昭和 36 年 3 月

漁 船 研 究 技 報

第 15 号

TECHNICAL REPORT OF FISHING BOAT

No. 15

MARCH 1961

水 産 庁　生 産 部

FISHING BOAT LABORATORY
PRODUCTION DIVISION
FISHERIES AGENCY

MINISTRY OF AGRICULTURE AND FORESTRY
KASUMIGASEKI, CHIYODAKU, TOKYO, JAPAN

目　　次

トリムの影響を考慮した場合の横復原挺の大きさの変化について……………………金山　美彦……(1)
上甲板上の海水による復原挺の減少について……………………………………土屋　　孟……(25)
遠隔式中層曳網深度測定装置（Ⅲ型）について………………………………葉室親正・石井謙治…(53)
可変節プロペラーを装備した2艘曳機船底曳船での曳網試験—(I)……………………葉室　親正…(61)
200 kc 魚群探知機の船底装備について ……………………………………………西村　　実…(79)
New Zealand 北東海域におけるマグロ用魚群探知機の実験…………………………西村　　実…(91)
海中騒音および魚群音の周波数特性について………………………………………西村　　実…(111)
水中テレメーターに関する基礎実験……………………………………………橋本富寿・間庭愛信…(119)
フイリツピンにおける魚群探知機の現状……………………………………………間庭　愛信…(125)
フイリツピン海域におけるマグロ魚群の探知について………………………………間庭　愛信…(137)

Contents

On the Transverse Stability Considering the Static Longitudinal Balance ……………………………………Yoshihiko KANAYAMA…(1)

Approximate Calculation of the Loss of Stability Caused by Deck Water at Calm Sea……………………………………Tsutomu TSUCHIYA…(25)

Studies on the Mid-Water Telemeter (Gyoken Ⅲ Type)…………………………………… Chikamasa HAMURO and Kenji ISHII (53)

Studies on the Various Characters of the Two-Boat Type Trawler with the Controllable-pitch Propeller in Her Sailing and Towing ……………………Chikamasa HAMURO…(61)

Study on the Installation of 200 kc Echo-Sounder ……………………Minoru NISHIMURA…(79)

Study on Echo-Sounder for Tuna Fishing in the North-Eastern New Zealand Sea……………………………………Minoru NISHIMURA…(91)

Frequency Characteristics of Sea Noise and Fish Sound……………………Minoru NISHIMURA…(111)

Experiment on the Underwater Telemeter……Tomiju HASHIMOTO and Yoshinobu MANIWA…(119)

On the Fish Finder in the Philippines ……………………Yoshinobu MANIWA…(125)

On Finding of Tuna in Waters of the Philippines ……………………Yoshinobu MANIWA…(137)

トリムの影響を考慮した場合の横復原挺の大きさの変化について

金 山 美 彦

On the Transverse Stability Considering the Static Longitudinal Balance

Yosihiko KANAYAMA

ABSTRACT

There have been some cases where salmon drift-net fishing boats (one-boat trawlers) were capsized in their operation and whose possible causes were considered to lie in their conspicuously full after-body form and comparatively fine fore-body form.

But the results of the transverse stability calculation of the ordinary method show that the boats of this type have almost the same stability as those ordinary trawlers which have no conspicuously full after-body and are generally regarded quite sea-worthy. The fact that the former is dangerous in some cases, therefore, may suggest that the conventional method of calculation is not accurate enough for the these boats.

In order to bring the potential cause to light the author has undertaken to apply a careful calculation of transverse stability considering the static longitudinal balance with some salmon drift-net fishing boats of

$$L_{pp}\ 26.00 \times L_{reg}\ 25.30 \times B_{mld}\ 5.60 \times D_{mld}\ 2.50$$

which were built in large numbers during the period from 1957–1958. That is, the author tried to keep the static longitudinal balance at every angle of heel, equalizing the corresponding displacement to that initially given and satisfying the relation :

$\otimes G_\alpha + KG_\alpha \tan \gamma_\alpha = \otimes B_\alpha + KB_\alpha \tan \gamma_\alpha$,

where γ means angle of trim and sufix α means every value at heeling angle of α.

The results of this calculation indicate that when the heel axis is fixed in pallarel with the initial water plane actually trimmed, the transverse stability of boats considerably decreases as the initial trim becomes down to the head, and the best condition of stability is obtainable in the case of $\otimes G_0$ within 2–4% L aft.

目 次

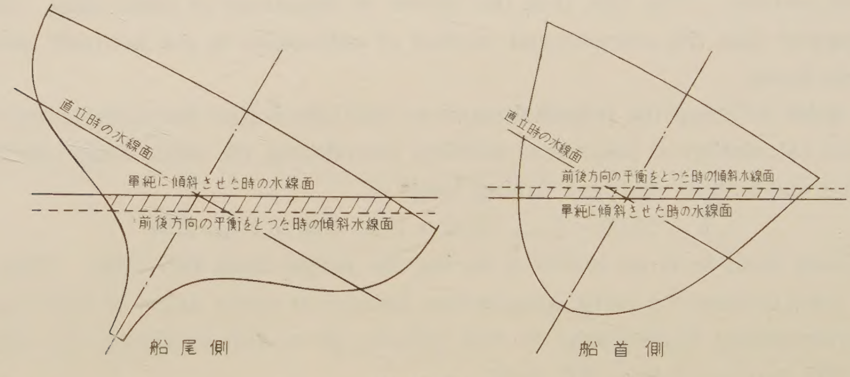
まえがき

1. 計算の対象となつた漁船

2. 記号等の説明
3. 計 算 方 法
4. 初期水線面に平行に回転軸を固定した場合の横復原挺の大きさ
5. 横復原挺の大きさに及ぼすトリムの影響
6. 横復原挺の大きさに及ぼす重心点の高さの影響
7. トリムの変化について
む　す　び

ま え が き

従来から行なわれて来ている静的横復原挺計算に於ては、あくまでも船舶の縦中心線面上の計画吃水線に平行で、かつ、船舶の仮定された重心点を通り船体に固定された前後軸のまわりにのみ船舶が横傾斜(回転)を行ない回転中にはトリムの変化はないものと仮定されているが、(勿論横傾斜中に於ては重心点の位置は船体に対して前後左右上下の各方向に移動しないものと仮定されており、この仮定は本報告に於てもそのまま用いられている。) 実際には、船体が横傾斜を行なう前と行つた後では水線面以下の形状を第1図に於て比較してみればただちに判る通り、船首側と船尾側の排水容積の分布に変化を生ずる。



第 1 図

従つて船舶はその排水容積の分布の変化に応じ、船体の縦方向の傾斜の変化を行なつて前後方向の平衡をとるはずである。この平衡をとつた後に於ける復原挺の大きさは、この平衡を考慮に入れない従来の方法による復原挺の大きさと異る事は当然考えられる。実船に於ては、今考えた様に静的に平衡をとりつつ横傾斜を行なうのではなく、ある加速度、運動量を含めて平衡をとりつつ横傾斜を行なうのであろうが、今はそれを考えず、あくまで静的に平衡をとりつつ横傾斜して行くものとしてのみ考えることにする。

4項に於ては従来の静的横復原挺計算に於ける仮定と同様に、縦方向の静的平衡を考慮しないで、ある計画トリムの時の水線面に平行な回転軸まわりの横復原挺の大きさの変化を、計画トリ

ムの量の変化に応じていか様になるかを示す。

5 項に於ては静的に前後方向の平衡をとつた計算を行なう時、仮定された重心点位置の前後方向の変化に応ずる横復原挺の大きさを示す。

6 項に於ては静的に前後方向の平衡をとつた計算に於て、仮定された重心点位置の上下方向の変化に応ずる横復原挺の大きさを示す。

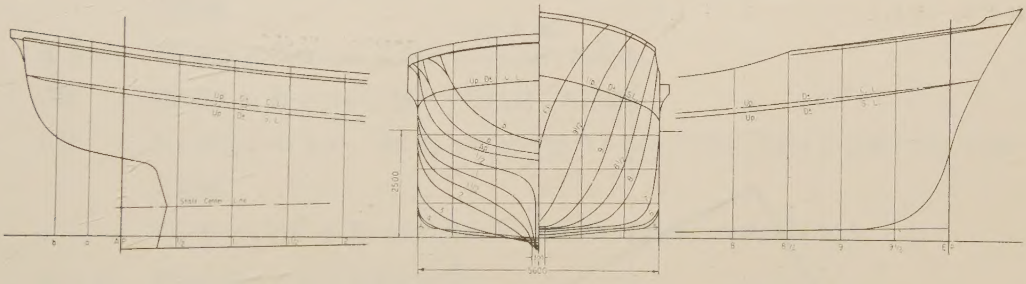
7 項に於ては静的に前後方向の平衡をとつた計算に於けるトリムの変化について示す。

1. 計算の対象となつた漁船

本計算の対象となつたのは昭和 30 年秋から昭和 31 年春にかけて西部、九州地区に於て同一線型で大量に建造された鋼製 85 トンのサケ、マス流網、底曳網等の兼業漁船でその要目を第 1 表に、線図を第 2 図に示す。

第 1 表

登録船長	26 m 00	型巾	5 m 60
垂線間長	25 m 30	型深さ	2 m 50



第 2 図

本船型は大量の漁網を船尾に搭載するために船尾形状が著しく肥やされている。

又、本船型船は北洋に於て或は北海道周辺海区に於て、多く前荷の状態或は追波の状態に於て海難を起したものである。

2. 記号等の説明

本報告中で使用される記号等について次の通りに定める。

原　点：　船体線図を描く時に用いられる船体縦中心線面、中央横載面、基線との交点。

X　軸：　原点を通り船体縦中心線面内に基線に平行に引かれ船体に固定された軸、船尾方向に正とする。

Y　軸：　原点を通り中央横載面内に Z 軸に直角に引かれ船体に固定された軸。

Z　軸：　原点を通り中央横載面と船体縦中心線面との交線に平行に引かれ船体に固定された

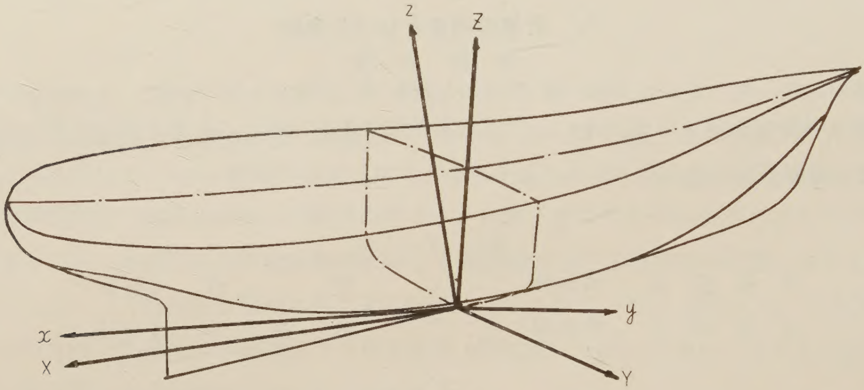
軸、上方に正とする。

x　軸：原点を通りX軸を含む鉛直平面内にあつて、水線面に平行に空間に固定された軸、船尾方向を正とする。

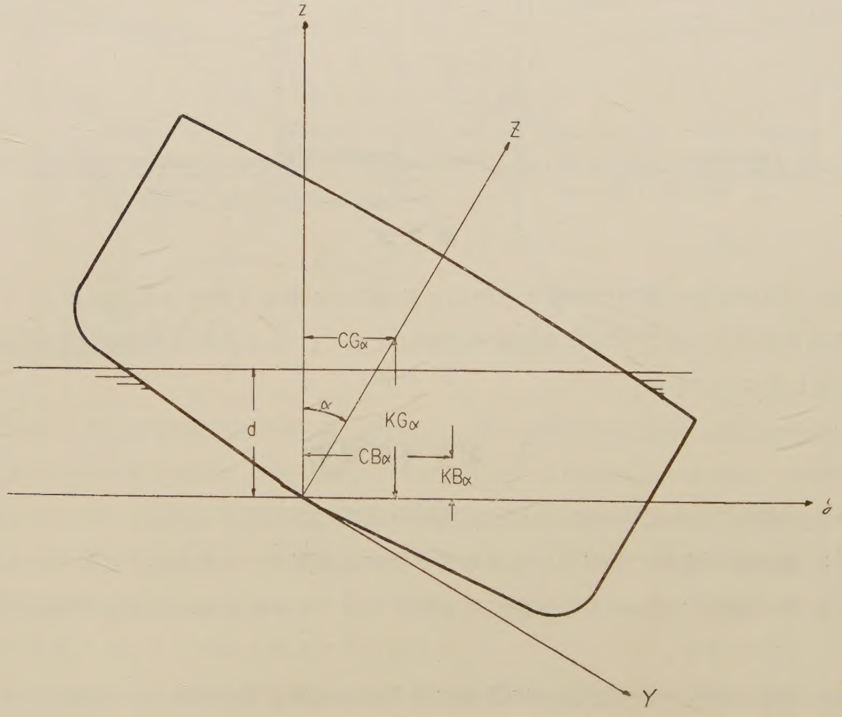
y　軸：原点を通り水線面に平行に、かつ x 軸に直角に空間に固定された軸。

z　軸：原点を通り水線面に鉛直な空間に固定された軸、上方に正とする。

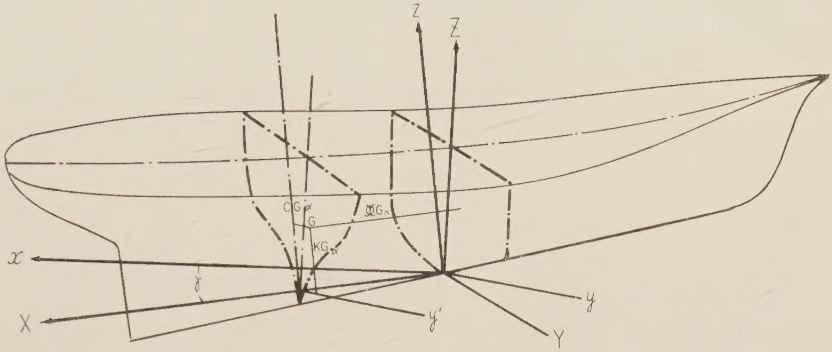
X, Y, Z 軸、x, y, z 軸はいづれも、直交軸である。



第 3 図



第 4 図



第 5 図

G　：船舶の重心点。

B　：排水容積の浮心点。

⊗G　：YZ 面から G までの X 軸に平行に測つた距離。

CG　：zX 面から G までの y 軸に平行に測つた距離。

KG　：Xy 面から G まで、Xz 面と G を含む YZ 面に平行な平面との交線に沿つて測つた距離。

⊗B　：YZ 面から B までの X 軸に平行に測つた距離。

CB　：zX 面から B までの y 軸に平行に測つた距離。

KB　：Xy 面から B まで、Xz 面と B を含む YZ 面に平行な平面との交線に沿つて測つた距離。

α　：YZ 面内に於ける Xz 面と XZ 面のなす角。(計算上の横傾斜角)

添字 α：横傾斜角 α に於ける値を示す。

γ　：zX 面内の X-x 軸のなす角、船尾トリムの時正。

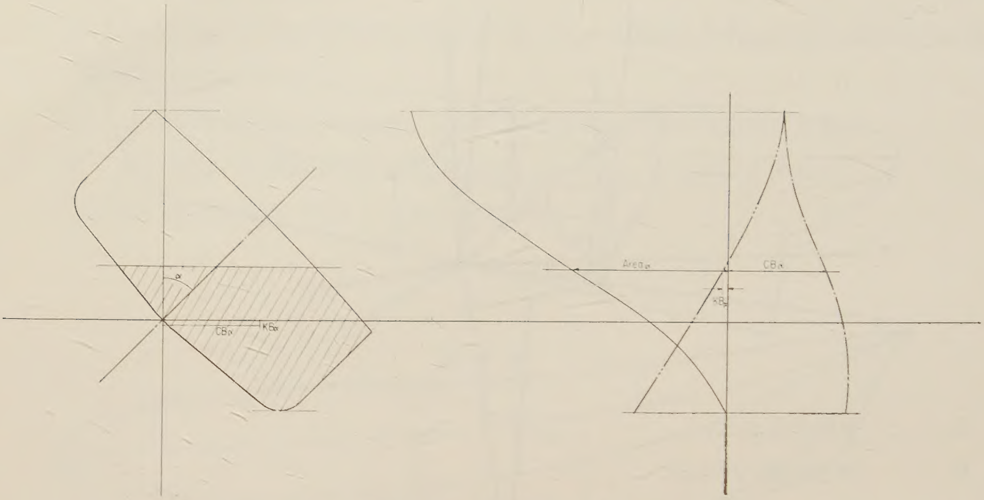
d　：X 軸から z 軸に沿つて測つた水線面までの距離。

これ等を第 3 図から第 5 図までに示す。

3. 計 算 方 法

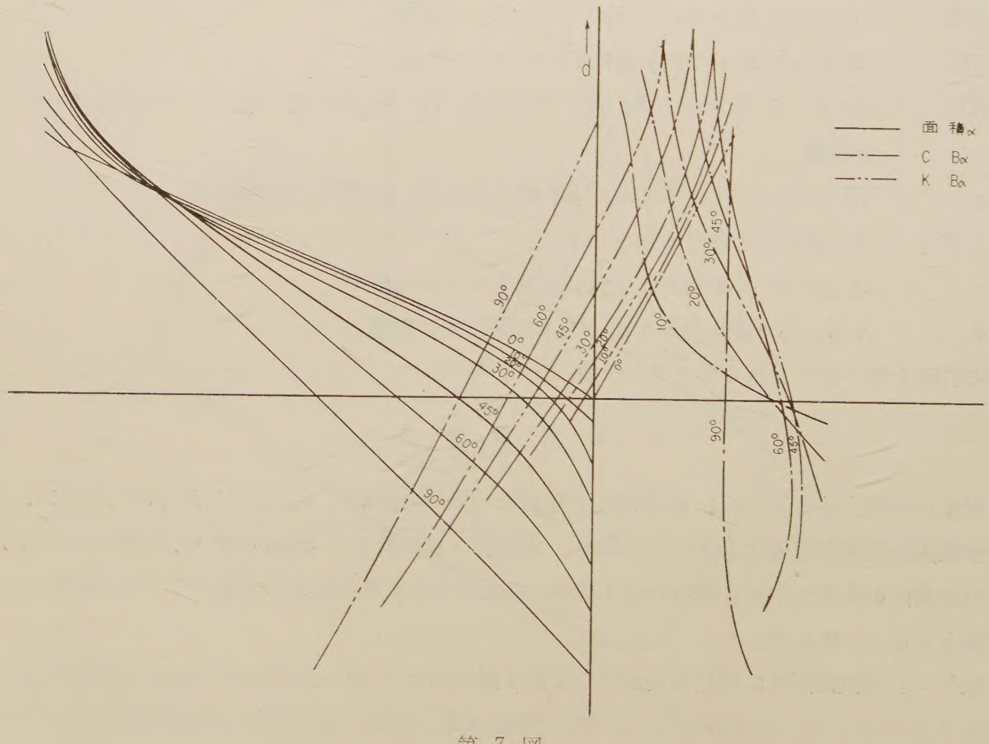
従来の計算方法に於ては、計算用正面線図は Tchebycheff の近似積分が行なえる様に、その横截面の位置を定めなおされていたが、本計算方法に於ては Simpsom の近似積分が行なえる様横截面の位置を定め、Bonjean Curve による排水量等の計算の要領で静的な前後方向の平衡をとることにした。

従つて、各横截面毎に横傾斜角に応じて第 4 図の如く y 軸から横傾斜した後の水線面までの吃水 d に対応して、その d 以下の面積$_{\alpha}$, KB$_{\alpha}$, CB$_{\alpha}$ を積分器を使用して第 6 図の様にもとめる。



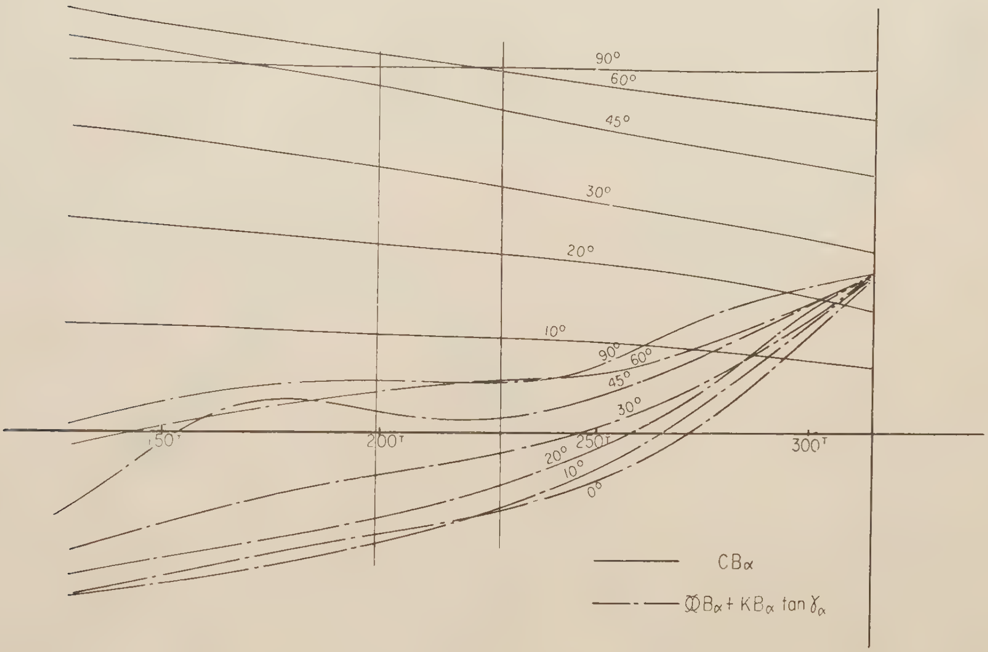
第 6 図

これを横截面毎に取纏める一例として中央横截面に於ける値を示すと第７図の様になる。



第 7 図

横傾角毎に zX 面内のトリムに対応して Simpson の近似積分を行ない、通常の横復原挺計算の場合の様に、排水量に対応する $\otimes B_\alpha$, KB_α 及び CB_α をもとめ、第 8 図の様に、排水量に対応する CB_α, $\otimes B_\alpha + KB_\alpha \tan\gamma_\alpha$ を交叉曲線の形で描く。

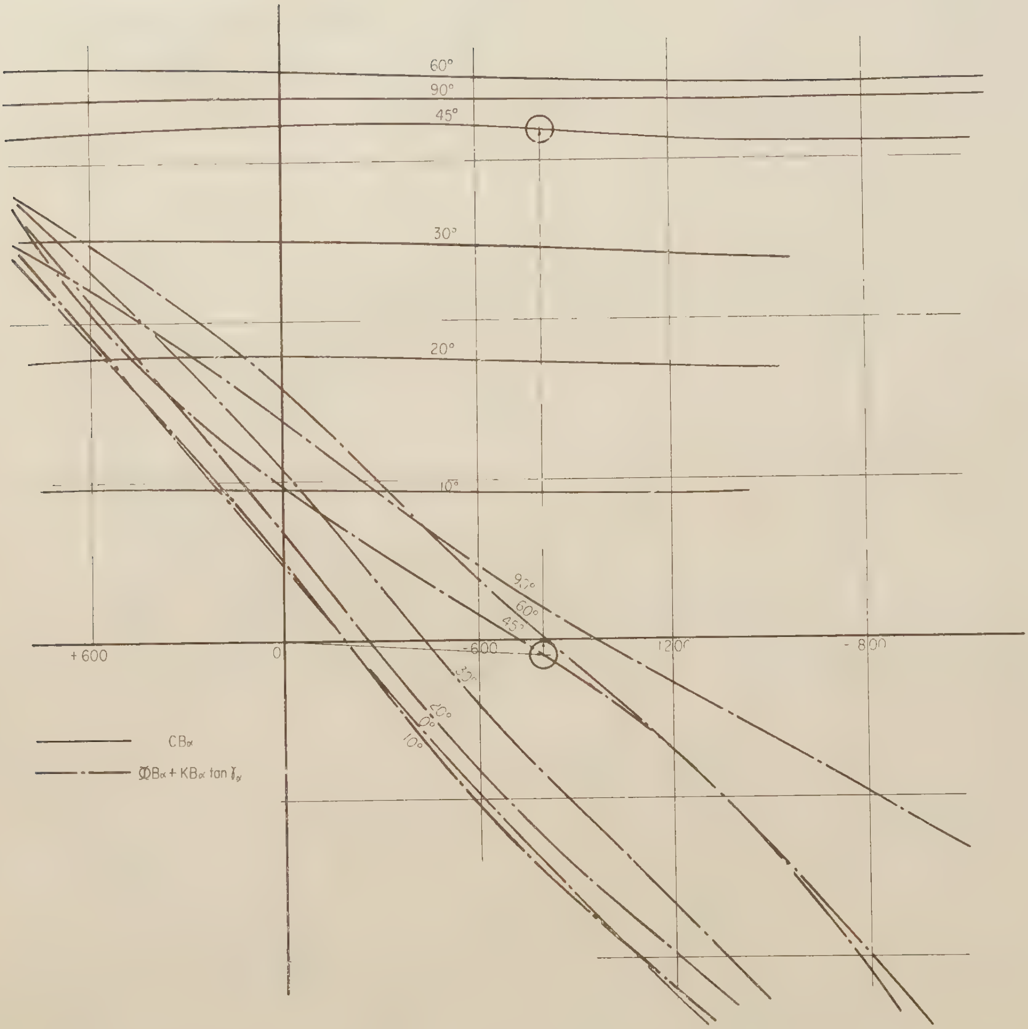


第 8 図

与えられた船舶の排水量に対し、この交叉曲線から CB_α をもとめるのは従来の方法と同様であるが、この新方法の場合には、この時に $\otimes B_\alpha + KB_\alpha \tan\gamma_\alpha$ をももとめて、更に与えられた排水量毎に、トリムに応じて交叉曲線を第 9 図の如くに再度描く。これが従来の方法と著しく異る点である。

これだけの準備が出来れば、与えられた船舶の重心点の上下、前後位置に応じて、前後の平衡状態に於けるトリムの位置を $\otimes B_\alpha + KB_\alpha \tan\gamma_\alpha$ の曲線と $\otimes G_\alpha + KG_\alpha \tan\gamma_\alpha = \otimes G_0 + KG_0 \cos\alpha \tan\gamma_\alpha$ との交点として第 9 図に示す如くもとめる。第 9 図は排水量＝198 トン $KG_0 = 2\text{ m }300$ $\otimes G_0 = 0$ とし $\alpha = 45°$ の場合を示す。

このトリムに対応する CB_α をもとめ、$CG_\alpha = KG_0 \sin\alpha$ との差をもとめると、これが静的に前後方向の平衡を考慮に入れた場合の横復原挺の大にさになる。



第 9 図

4. 初期水線面に平行に回転軸を固定した場合の横復原挺の大きさ

(静的に前後方向の平衡を考えない)

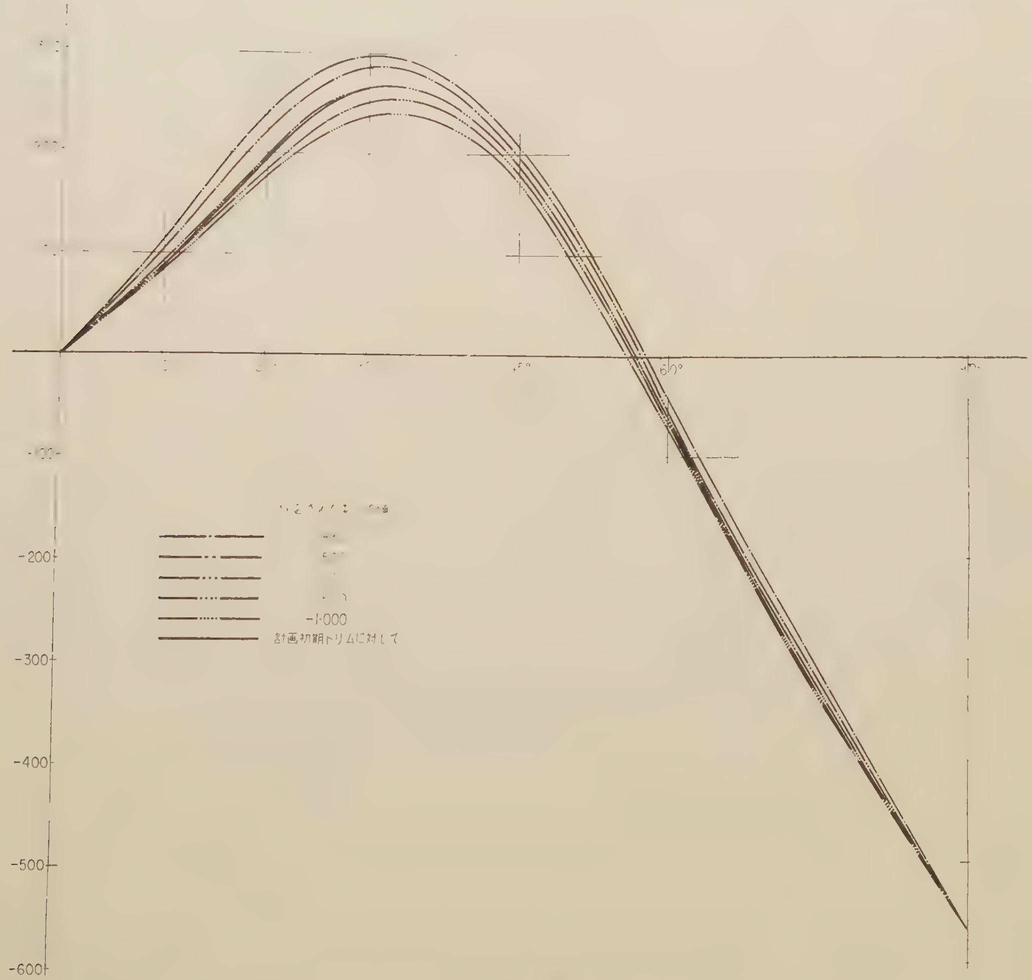
従来の横復原挺の計算の方法に準じて、重心点の上下方向の位置を一定にし、ただ初期トリムの量だけを変化させて、Tchebycheff の近似積分の代りに Simpson の近似積分を用いて横復原挺の大きさの変化をしらべた。

空荷，満載出港，漁場発状態（母船式サケ、マス流網漁船として）に応じて、⊗G の値を種々に仮定し、その ⊗G に対応する初期トリムの水線面に平行な x 軸の回りに横傾斜させた場合の横復原挺の大きさを第 2 表から第 4 表ならびに第 10 図から第 12 図に示す。

第　2　表　　　排水量＝135_T　KG＝2_M293

横傾斜角 α（度）／仮定された⊗Gの値（M）	10	20	30	45	60	90
.832	113	242	299	208	−39	−567
.500	105	223	287	199	−54	−567
0	94	199	267	189	−58	−567
− .500	91	185	253	182	−64	−567
−1.000	86	179	239	173	−68	−567
計画初期トリムに対して	92	197	267	189	−59	−567

横復原挺の値の単位はミリメートル



第 10 図

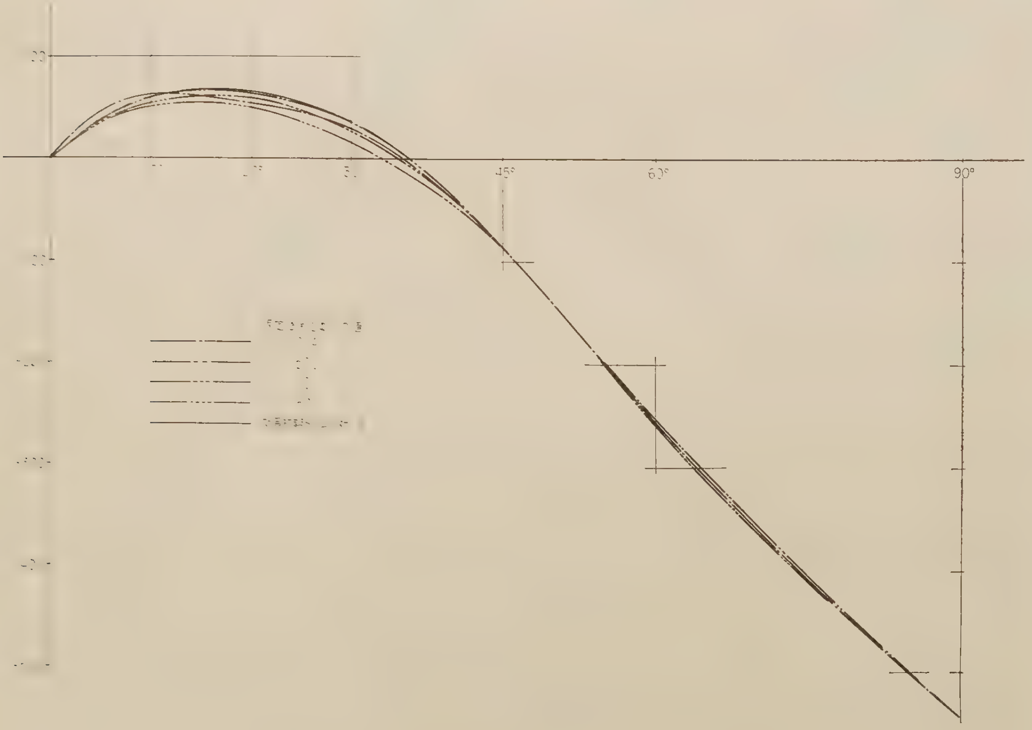
計画初期トリムに対する（即ち普通に行なわれる X 軸又は x 軸に平行な軸のまわりに回転される計算法によつた）値をも念のため各状態の最下段毎に示しておく。

最終 90° の横傾斜角に於ける横復原挺の大きさは初期トリムの量いかんにかかわらず一定値になるが、その途中の横復原挺の大きさは、初期トリムの量によつて変化し、ある初期トリムの量の場合に最大値を示し、前後いづれの方向に初期トリムの値を変化せしめても、横復原挺の大きさは減少する。

第 3 表　　排水量＝227T　KG＝2M246

横傾斜角 α 度 / [illegible]Gの値 M	10	20	30	45	60	90
1.014	64	55	31	−85	−252	−543
.500	61	65	37	−85	−251	−543
0	54	60	27	−84	−254	−543
−.500	51	50	17	−86	−256	−543
計画初期トリムに対して	60	66	37	−84	−252	−543

横復原挺の値の単位はミリメートル



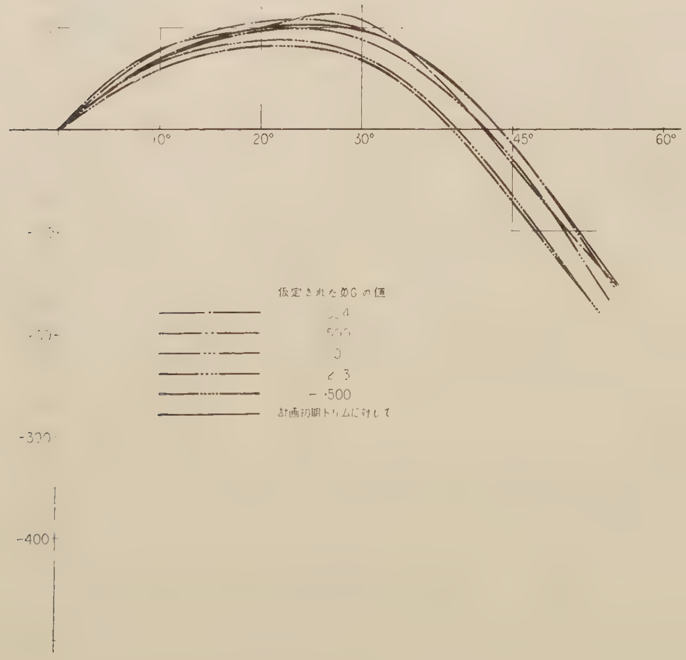
第 11 図

空荷状態に於て ⊗G の値を .832 から −1.000 迄の間に変化させて計算した結果について見るに、⊗G/L の変化は高々 7 %程度の変化の範囲でしかないのにもかかわらず、横復原挺の大きさは、X 軸まわりの計算に比して ⊗G が正の範囲に於ては 23% 程度の増加となり、逆に負の範囲に於ては 10% 程度の減少となる。空荷状態に於ては横復原挺の大きさの変化は ⊗G/L の正負の変動に従つていたが、満載出港、漁場発の状態に於ては、極値の存在を示している。⊗G の負の範図（−.500 に於て ……⊗G/L＝−2%）に於ては常に X 軸まわりの計算に比し満載出港時に於て最大 54%、漁場発状態に於ては最大 16% 程度の横復原挺の大きさの減少を

第　4　表　　　排水量＝198T　KG＝2M300

横傾斜角 α（度）／仮定された ⊗G の値（M）	10	20	30	45	60	90
1.024	81	96	109	−30	−198	−601
.500	79	106	103	−17	−203	−601
0	69	100	98	− 8	−210	−601
−.213	64	94	93	− 7	−213	−601
−.500	60	86	84	− 9	−219	−601
計画初期トリムに対して	72	103	98	−14	−209	−601

横復原挺の値の単位はミリメートル



第 12 図

示している。

なお、⊗G が、船尾に向つて大きくなるに従つて船尾側船型の肥えた影響が出て、特に20°から 30° 程度の横傾斜時の横復原挺の大きさを大きくする。が反面船首トリムの影響が大きく出て横復原挺消失角の増加には役立つていない様に思われる。

5. 横復原挺の大きさに及ぼすトリムの影響

（静的に前後方向の平衡をとつて考える。）

本報告の主目的である静的に平衡をとつた場合の横復原挺の大きさを、KG_0 の値のみを一定にして、その ⊗G_0 の値を変化させてしらべた。

4 項に対応して各状態毎の横復原挺の大きさを第 5 表から第 7 表ならびに第 13 図から第 15 図に示す。

計画初期トリムに対応してトリムの変化を考えない場合の値をも念のため各状態の最下段毎に示しておく。

この場合には、4 項の場合と異つて 90° の横傾挺角に於ける横復原挺の大きさは、⊗G_0 の変化に（従つて初期トリムの量に）応じて当然異つて来る。

⊗G_0 の L に対してたかだか 6~7% の変動に対して、横復原挺の大きさは最大約 30% の変動を示し、かつ、横傾斜角が大きい程顕著である。

又 4 項の各状態に比しいづれも横復原挺消失角が小さくなる傾向を有している。

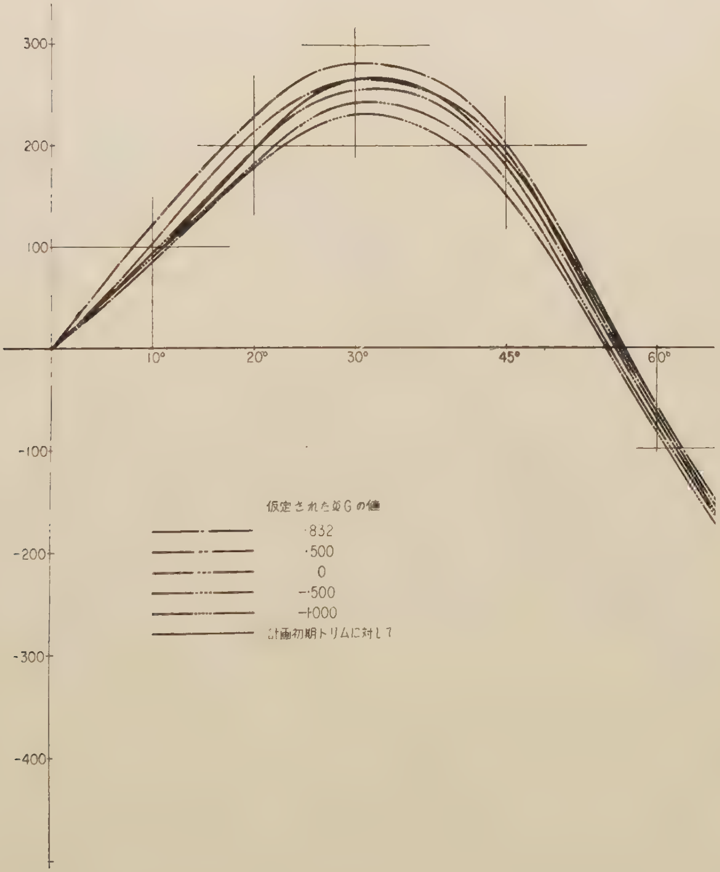
初期トリム量のみを一致させて、トリムを許す場合と許さない場合の横復原挺の大きさの比較を第 8 表ならびに第 13 図に示す。

⊗G の値によつて著しく横復原挺の大きさに差を生ずる。又船尾船型の影響のある事についても前項と同様で、これが一層トリムの影響を受けているのみであるから参照願いたい。

第　5　表　　　　排水量＝135_T　KG＝2_M293

横傾斜角 α (度) / 仮定された ⊗G の値(M)	10	20	30	45	60	90
.832	113	229	282	203	−57	−566
.500	104	214	266	196	−64	−572
0	95	196	255	181	−69	−586
− .500	90	182	243	167	−77	−595
−1.000	86	179	232	151	−83	−596
計画初期トリムに対して	92	197	267	189	−59	−567

横復原挺の値の単位はミリメートル

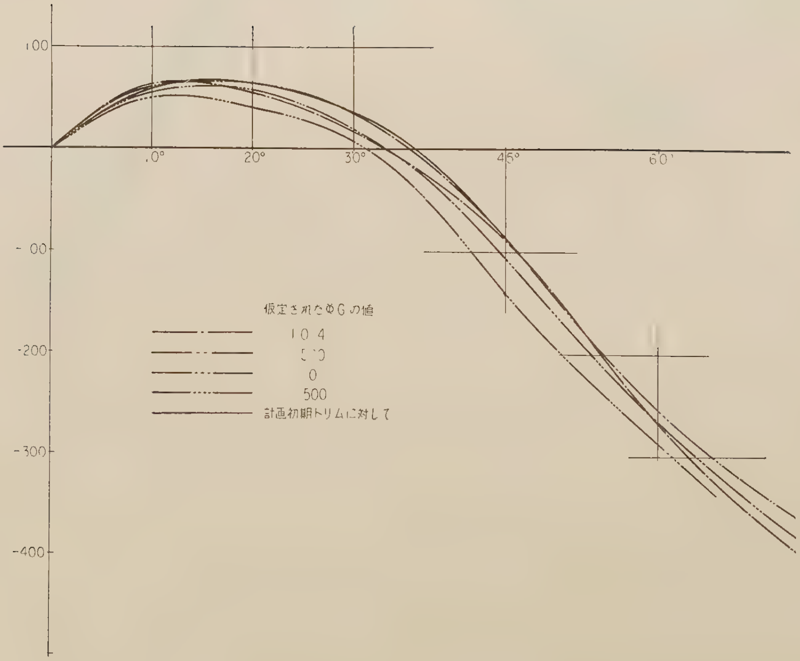


第 13 図

第 6 表 排水量＝227T KG＝2M246

仮定された ⊗G 値 (M) ＼ 横傾斜角 α (度)	10	20	30	45	60	90
1.014	64	56	18	− 88	−267	−606
.500	62	66	36	− 85	−253	−542
0	56	59	20	−104	−265	−578
−.500	51	41	9	−139	−287	
計画初期トリムに対して	60	66	37	− 84	−252	−543

横復原挺の値の単位はミリメートル

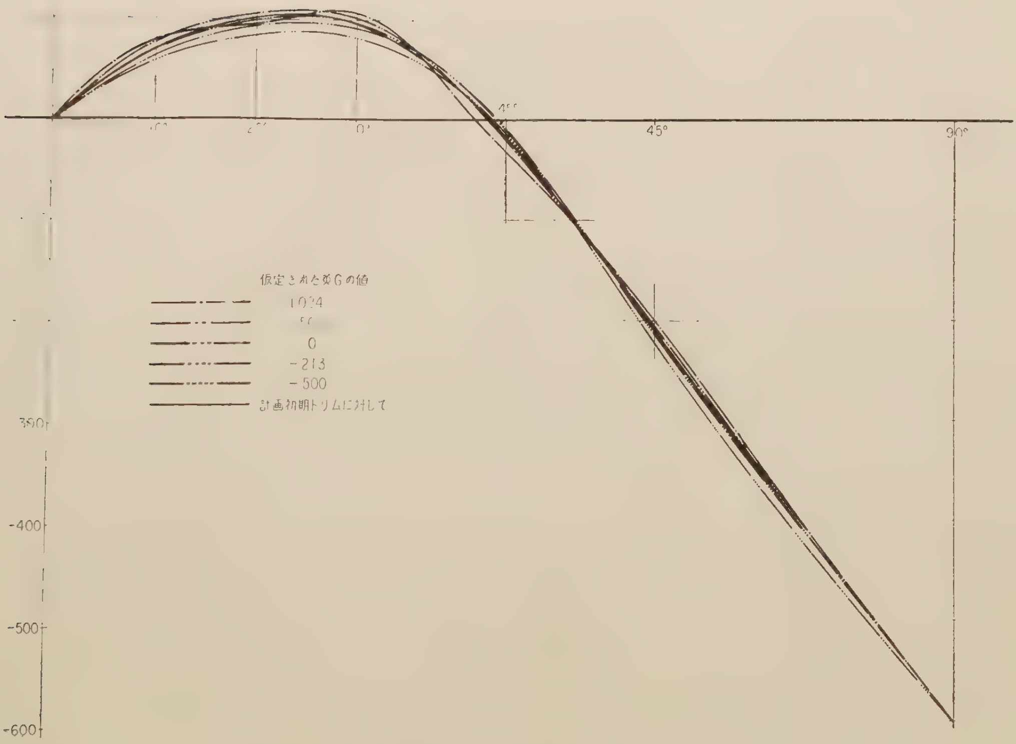


第 14 図

第　7　表　　　　排水量＝198T　KG＝2M300

横傾斜角 α (度) / 仮定された ⊗G の値 (M)	10	20	30	45	60	90
1.024	80	100	108	−35	−200	−602
.500	78	106	99	−14	−218	−602
0	70	97	89	−28	−240	−610
−.213	67	87	73	−65	−259	−626
−.500	60	82	68	−70	−251	−611
計画初期トリムに対して	72	103	98	−14	−209	−601

横復原挺の値の単位はミリメートル

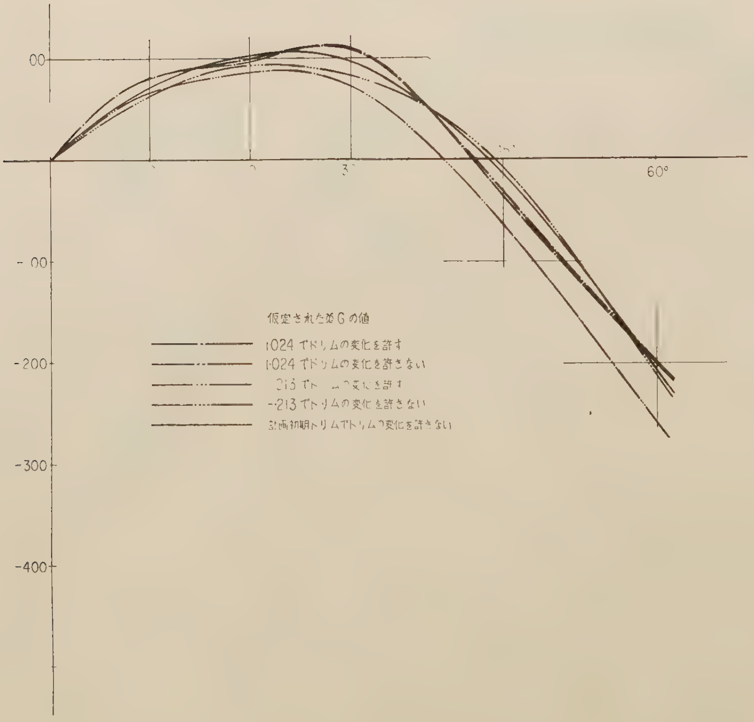


第 15 図

第 8 表　　排水量＝198T　KG＝2M300

仮定された MG の値(M) ＼ 横傾斜角 α（度）	10	20	30	45	60	90
1.024 でトリムの変化を許す	80	100	108	−35	−200	−602
1.024 でトリムの変化を許さない	81	96	109	−30	−198	−601
−.213 でトリムの変化を許す	67	87	73	−65	−259	−629
−.213 でトリムの変化を許さない	64	94	93	− 7	−213	−601
計画初期トリムで変化を許さず	72	103	98	−14	−209	−601

横復原挺の値の単位はミリメートル



第 16 図

6. 横復原挺の大きさに及ぼす重心点の高さの影響（5項の補足）

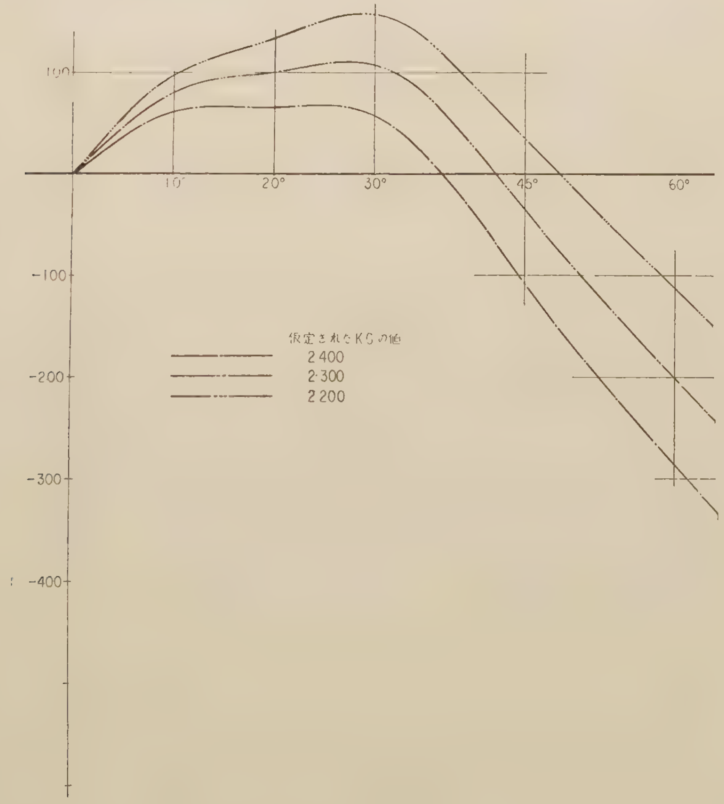
5項に於ては、KG_0 の値は固定されたのみで前後方向にのみ変化せしめて横復原挺の大きさをしらべたが、KG_0 の変化については触れていない。

トリムの変化を考慮しない従来の計算方法であれば、KG_0 の変化による横復原挺の大きさの

第 9 表　　排水量＝198T　⊗G＝1M024

横傾斜角 α（度）／仮定された KG の値(M)	10	20	30	45	60	90
2.400	62	66	58	−107	−286	−702
2.300	80	100	108	− 35	−200	−602
2.200	97	135	158	35	−113	−502

横復原挺の値の単位はミリメートル



第 17 図

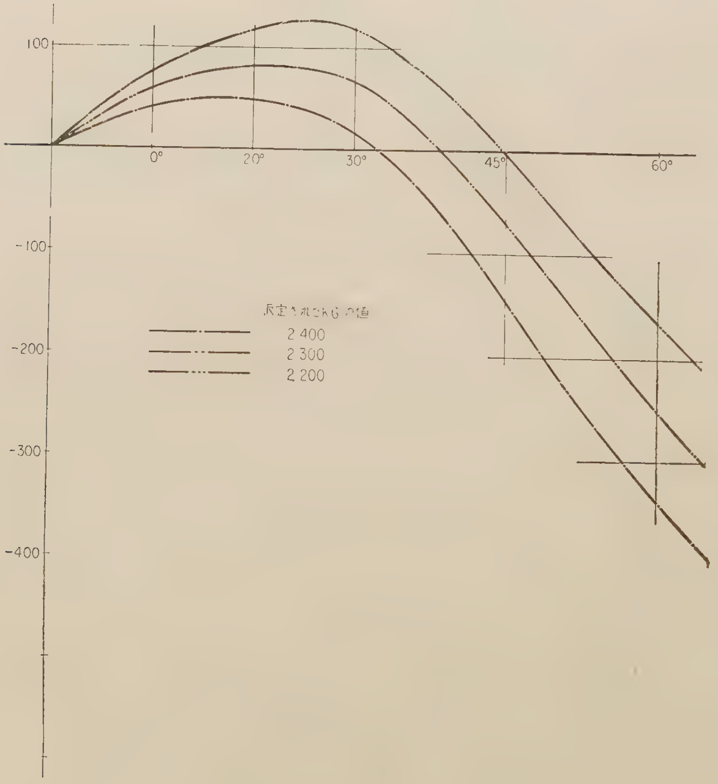
変化は、G_0 の高さの差に横傾斜角の正弦で修正すれば足りたが、トリムの変化を考慮すれば、単純に G_0 の高さの差に横傾斜角の正弦で修正することは出来ず、G_0 の高さの差に横傾斜角の余弦の修正による船体の前後方向の平衡をとりなおして後、横復原挺の大きさを もとめなければならない。

漁場発状態に対する重心点の高さの変化に対応した横復原挺の大きさを第 9 表、第 10 表ならびに第 17 図、第 18 図に示す。

第 10 表 　　排水量＝198T ⊗G＝−M.500

横傾斜角 α（度）／仮定された KG の値 (M)	10	20	30	45	60	90
2. 400	42	48	18	−145	−337	−711
2. 300	60	82	68	− 70	−251	−611
2. 200	77	118	119	− 2	−164	−511

横復原挺の値の単位はミリメートル



第 18 図

甲板下のみの計算を行つた今回の場合には その差は極めて 小さく無視出来る程度であつた。この影響については、甲板上部水密構造物を考慮した場合に どの様な変化を生ずるか計算した後でなければ推論しかねるが，⊗G_0 の変化による影響に比しては小さいものの様である。

7. トリムの変化について

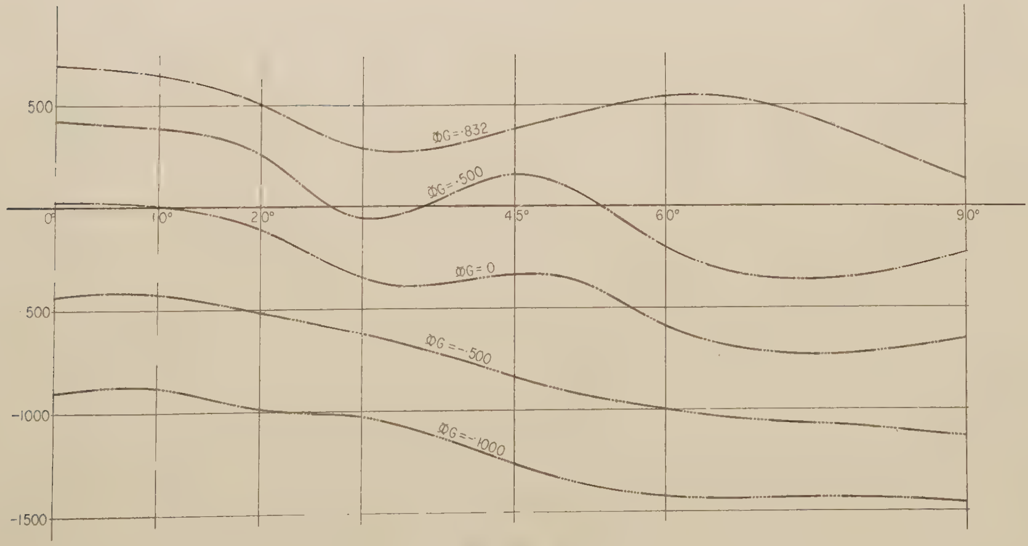
4項から6項までに横復原挺の大きさの変化について示したから、X 軸の Xz 面に対するトリムの変化について考察してみることにする。

通常行なわれる横復原挺の計算では X 軸が x 軸に平行であるから（X 軸が水線面に平行であるから）、いくら横傾斜を行つた後も、X 軸は常に x 軸に平行であり、又最初の XZ 面内に残るが、最初に X 軸が x 軸に対し T_0 なるトリム（即ち $\tan\gamma = T_0/L$　但し L は船舶の垂線間

第 11 表　　　排水量＝135T　KG＝2M293

横傾斜角 α（度）／仮定された ⊗G の値(M)	0	10	20	30	45	60	90
.832	696	641	503	278	380	54	13
.500	429	387	262	− 55	159	− 204	− 237
0	19	1	−108	− 346	− 336	− 592	− 656
− .500	−431	−423	−519	− 620	− 839	−1000	−1138
−1.000	−897	−874	−983	−1024	−1261	−1423	−1457

トリム量の単位はミリメートル



第 19 図

長）を有している場合には、横傾斜角 α に応じて、その X 軸 x と軸のなす角及び、最初のXZ面と X 軸とのなす角の xy 面の投影角の変化するのは当然である。

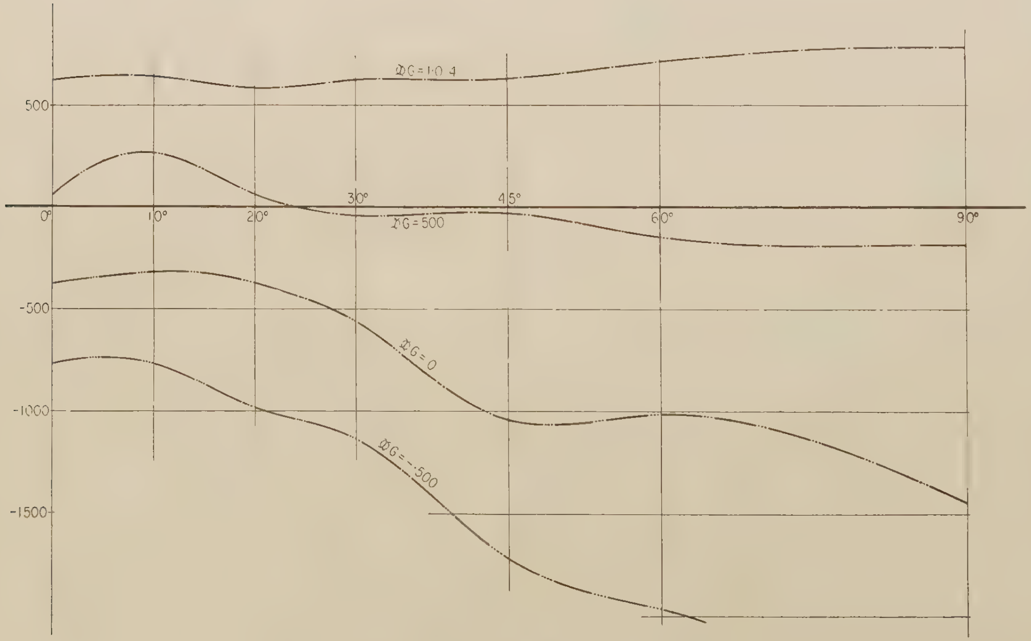
4項の様に X 軸が初期トリム T_0 を有してはいるが、x 軸に平行な固定軸のまわりに横傾斜する場合には横傾斜角 α として、垂直変位量 $T_\alpha = T_0 \cos\alpha$ であり、水平変位量 $T_{\alpha h} = T_0 \sin\alpha$ ともとめられる。

5項、6項の場合（静的に縦方向の平衡を考える場合）には $T_\alpha \fallingdotseq T_0 \cos\alpha$ であり、平衡状態によつて変化する。第5表から第7表ならびに第9表、第10表に対応するトリムの値を第11表から第15表ならびに第19図から第23図に示す。

第 12 表　　排水量＝227T　KG＝2M246

横傾斜角 α（度） / 仮定された ⊗G の値(M)	0	10	20	30	45	60	90
1.014	624	650	584	629	631	714	782
.500	6	127	62	− 42	− 26	− 146	− 188
0	−376	−319	−372	− 556	−1042	−1013	−1449
− .500	−766	−766	−982	−1139	−1724	−1970	

トリム量の単位はミリメートル

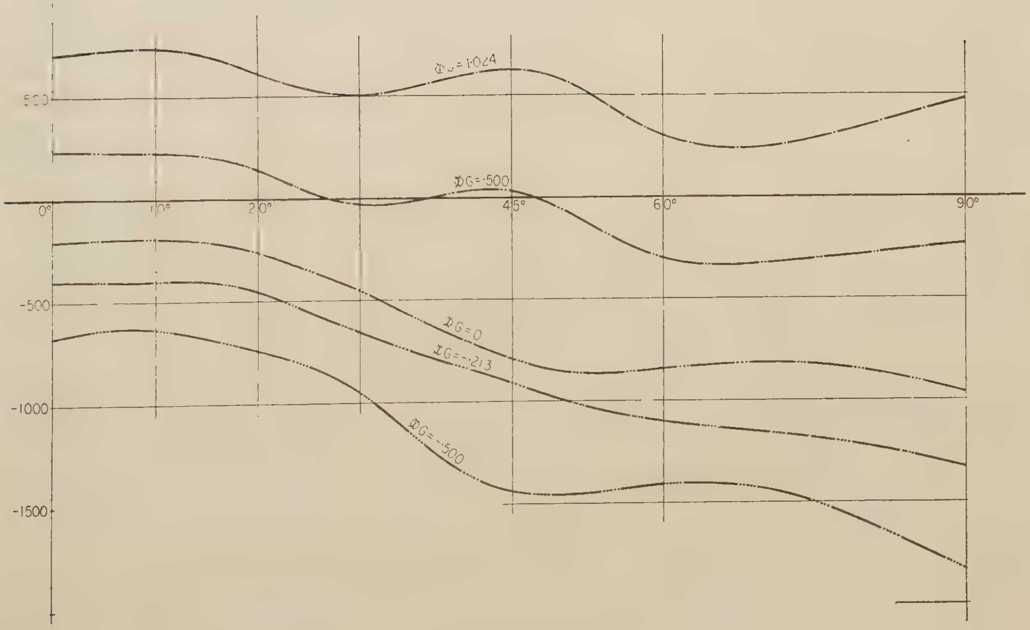


第 20 図

第　13　表　　　　排水量＝198T　KG＝2M300

横傾斜角 α（度） / 仮定された ΦG の値(M)	0	10	20	30	45	60	90
1.024	708	738	610	500	628	299	479
.500	239	227	142	− 31	28	− 307	− 238
0	−206	−199	−264	−458	− 796	− 849	− 964
− .213	−399	−399	−458	−654	− 916	−1109	−1331
− .500	−674	−631	−743	−948	−1448	−1416	−1834

トリム量の単位はミリメートル

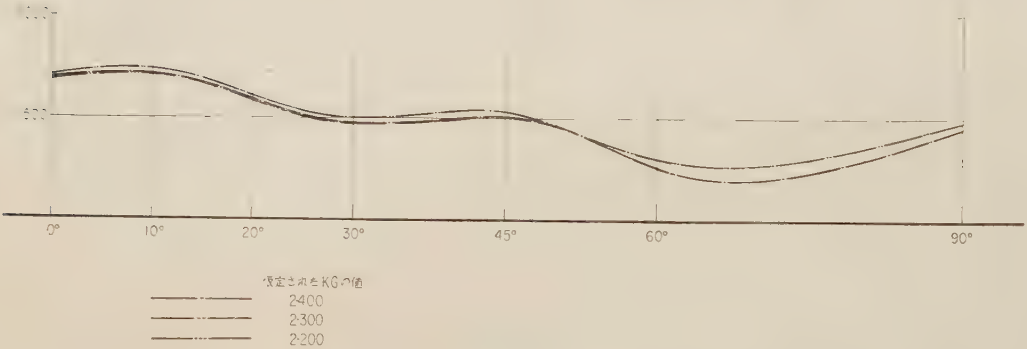


第 21 図

第 14 表 排水量＝198T ⊗G＝1M024

仮定されたKGの値(M) ＼ 横傾斜角 α（度）	0	10	20	30	45	60	90
2.400	691	713	591	478	609	259	444
2.300	708	738	610	500	628	299	479
2.200	688	713	586	472	607	262	444

トリム量の単位はミリメートル

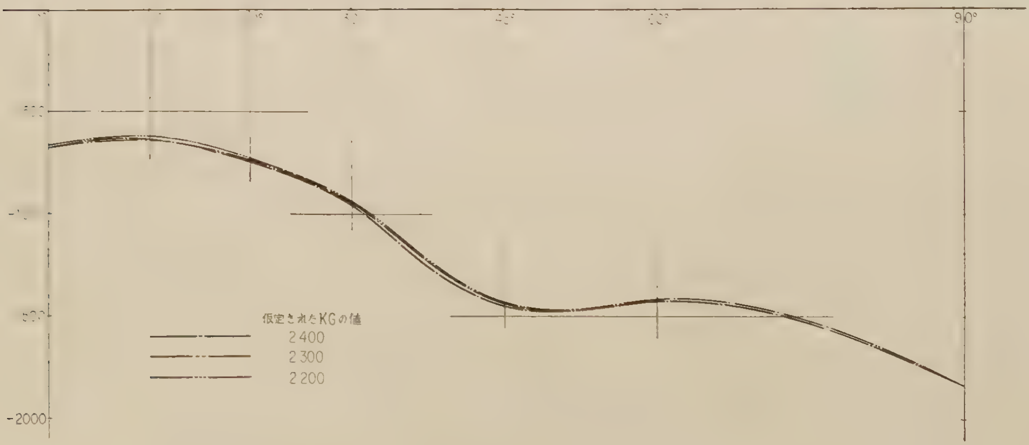


第 22 図

第 15 表 排水量＝198T ⊗G＝−M500

仮定されたKGの値(M) ＼ 横傾斜角 α（度）	0	10	20	30	45	60	90
2.400	−674	−632	−746	−953	−1458	−1421	−1834
2.300	−674	−631	−743	−948	−1448	−1416	−1834
2.200	−670	−620	−741	−943	−1446	−1416	−1834

トリム量の単位はミリメートル



第 23 図

なお YZ 面で横傾斜角 α をし Xx 面内に於けるトリム角を γ_α とすれば、Xz 面と XZ 面のなす角の yz 面内の交角 H（見掛けの傾斜角）は

$$\tan H = \cos\gamma_\alpha \tan\alpha$$

同様に Z 軸と z 軸のなす角を β_α とすれば

$$\cos\beta_\alpha = \cos\alpha \cdot \cos\gamma_\alpha$$

X 軸が xz 面に止まるために Z 軸が yz 面からの移動角の xy 面の投影角を δ_α とすれば

$$\tan\delta_\alpha = \sin\gamma_\alpha \cot\alpha$$

で示される。

む　す　び

従来のトリムの変化を考慮しない横復原挺計算の結果に比し、トリムの変化を考慮する計算結果に於ては、その重心点の位置の前後の変化が、横復原挺の大きさに著しい変化を与えることが示された。

主業として流網を考えて設計された本計算例の場合に於ては、⊗G_0 が船尾側約 $2\sim4\%L$ 程度の時に、最大の横復原挺の大きさを示す様であるが、重心点の位置が船首側に移動するに従つて、横復原挺の大きさが減少しかつ、船首トリムの影響を多くうける様に思われる。これは前荷の時に生ずる本船型の海難時の状況によつても裏付推論される。

従つて、本計算例の如き船尾側水線の形状が、船首側水線に比し肥えている場合には、ある一定の ⊗G_0 より前方に重心点の位置が来ない様に、副業、例えば底曳網或は棒受網等の時にトリム修正について注意すべきである。ただ安易な固定バラストの塔載により修正する事は乾舷の減少を来たし、その影響により横復原性能を減少するおそれがあるから、両者を充分勘案しなければならない。

上部水密構造物を含めた場合の横復原挺の変化も、これと同様の方法を繰返えすことによつて計算しうる。

又、傾斜水面の形状を船体横截面に対し適当な曲線とすれば、波浪中を斜行する場合の横復原挺の大きさをもとめることが出来る。

漁船の如くその一航海中にトリムの変化を著しく生ずをものや、本計算例の如く或いは旋網漁船の如くに船首尾水線の形状の著しく非対線な漁船については、トリム変化を考慮した横復原挺の大ささをもとめなければ、実情とかけはなれた横復原性能について論議する誤をおかすことになる。

最後にこの計算を逐行するための時間を与えて下さつた稲村前漁船課長、小島技官等、漁船課船体班の諸官、ならびに計算逐行上種々御指導、御便宜をおはかり下さいました大津前調査官、横山技官、土屋技官等に厚くお礼申上げます。

上甲板上の海水による復原挺の減少について

土　屋　孟

Approximate Calculation of the Loss of Stability Caused by Deck Water at Calm Sea

Tsutomu Tsuchiya

ABSTRACT

When a fishing boat, which usually has a comparatively high bulwark, happens to get a lot of water filled on deck and the freeing ports are closed by some fishing gears, the reduced stability of the boat may become a cause of a sort of accident as described in several reports of sea casualties.

In order to know the effect of deck water on the stability of a boat, it is regarded necessary, first of all, to study how the deck water filling bulwarks changes the statical stability arm GZ at calm sea. Taking for granted the deck side line is parabolic, the deck beam has no camber and the deck breadth is constant throughout the deck water area, the approximate change of GZ, namely GZ', can be easily calculated as explained in this paper.

As a result of several experiments and calculations, the calculation has proved to be approximate enough to obtain the approximate loss of GZ, and not only appropriate to obtain the value of GZ', but also clarify the function of such elements affecting GZ' value, as bulwark height, deck sheer, etc. which is effective on the heeling moment of deck water.

The results may be outlined as follows:

So far as the heeling angle of a boat is between 30～40 degrees, the heeling moment lever J caused by deck water is approximately $0.44 \sim 0.48\,B$ and, according to the assumption of constant breadth, J is not affected much by the position of forecastle and poop end walls, height of bulwarks and size of deck sheer which change the volume of deck water. The heeling moment or the change of GZ caused by deck water, therefore, depends almost entirely upon the volume of deck water in the heeling zone. By means of this approximation, the equilibrium of heeling can be estimated and maximum heeling moment and angle can also be calculated as an example of Fig. 19.

目　次

まえがき
本　論
1. 甲板水による重心移動量の簡易計算式（状態Ⅰ）
2. 計算式の応用
(1) 甲板水がある時の諸状態について
(2) 状態Ⅳの計算式
(3) 状態Ⅱの計算式
3. 静水上でブルワーク放水口が全部閉じたときの船の平衡状態について
4. 静水上で平衡状態から放水口が急に開いたときの船の傾斜角の時間的推移
5. 計算例
(1) インテグレーターによる計算との比較
(2) 模型実験との比較
6. 結果の考察
むすび
附　録
状態Ⅳの計算式の導出

まえがき

大型船に比べて相対的に高いブルワークを持つ中・小型漁船の上甲板上に大量の海水が打込んだ場合、船は大傾斜を起して時には転覆の危険にさらされることがあるのは、数多くの海難調査報告により知られる処である。殊にブルワーク放水口が漁具・漁獲物等でふさがれた場合は排水作用が進まず、何時迄も大傾斜した状態に止まり船内えの浸水及び積荷の移動等を誘発して大事に至る可能性が増大する。

之等の問題を解決するための順序として、先づ静水上で甲板上の溜水が船にどのような作用を及ぼすかを知る必要があり、その手段の一つとして今回近似的解法を試みた。その結果、略満足すべき精度で、上記に関する計算が極めて簡単に得られることになつたと同時に、関係諸要素の影響を定性的に把むことが出来、本問題の今後の検討に多少とも有用と考えられたのでその概要を報告し、関係諸賢の御批判を乞うことにした。

本　論

本報告に使用される主な記号を以下に説明する。

θ ： 船の横傾斜角

B ： 船の型巾

f ： 仮想上甲板面迄の乾舷＝乾舷＋$\frac{2}{3}$×(上甲板梁矢)

H ： 船の重心 G と、最低乾舷位置の仮想上甲板との垂直距離

V ： 甲板水が乗らない時の船の排水容積

v ： 甲板水の体積（記号により意味を異にする。)

J ： 船の重心 G に関する甲板水重量の横方向モーメント挺（同上)

GZ' ： 甲板水による見掛けの船の重心の横方向移動量

Z, Y ： 船の傾斜に影響を及ぼす甲板水の重心 g と船の重心 G を yz 平面に投影したときの両投影点の距離の y 及び z 軸方向の成分

h_1 ： 最低乾舷位置で仮想上甲板面上のブルワークの高さ＝ブルワークの高さ$-\frac{2}{3}$×(上甲板梁矢)

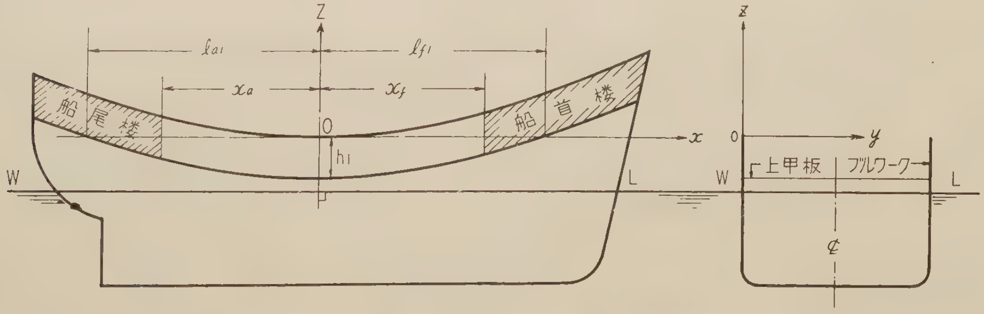
h_w ： 最低乾舷位置で仮想上甲板面舷側端からブルワークに沿つて測つた甲板水の高さ。

l_{a1}, l_{f1} ： 最低乾舷位置のブルワークトツプ 0 点を通り、船首尾方向に吃水線に平行線を引き、仮想上甲板面との交点を a_1, f_1 とするとき、線分 $0a_1$ 及び $0f_1$ の長さ。

x_a, x_f ： 上記 O 点と、甲板水を制限する船首尾楼端壁との各水平距離。

1. 甲板水による重心移動量の簡易計算式（状態 I）

第1図の如く、船の最低乾舷位置のブルワークトツプに原点0をとり、直角座標 (x, y, z) を考える。簡単のため、最初に次の仮定を設ける。

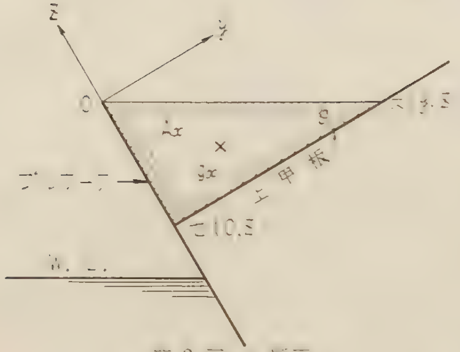


第　1　図

1. 上甲板に梁矢がない。
2. ブルワークは xz 軸を含む平面内にあるものとする。
3. 上甲板の舷弧は抛物線とする。

第1図及び仮定から、上甲板側線は次式で表わされる。

$$\left.\begin{aligned} z_f &= h_1\left(\frac{x^2}{l_{f1}^2}-1\right)\cdots\cdots\text{船首部} \\ z_a &= h_1\left(\frac{x^2}{l_{a1}^2}-1\right)\cdots\cdots\text{船尾部} \end{aligned}\right\}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$



第2図　x 断面

今、放水口が閉じられた状態で上甲板上に第2図の如く滞水し、x 軸を軸として船が θ だけ横傾斜して平衡状態になったものとする。

任意の x 断面で第2図一の三角形（0とす）の面積を A_x とすると、

$$A_x = -\frac{1}{2}yz\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1')$$

で表わされる。上甲板上の滞水の体積を v_1 とすると、

$$v_1=\int_{-x_a}^{0} A_x dx-\int_{0}^{x_f} A_x dx$$

であるから (1), (1′) を代入すれば

$$v_1=\frac{h_1^2 l_{a1}}{2\tan\theta}\cdot F\left(\frac{x_a}{l_{a1}}\right)+\frac{h_1^2 l_{f1}}{2\tan\theta}\cdot F\left(\frac{x_f}{l_{f1}}\right)$$

但し $F\left(\frac{x}{l}\right)\equiv\frac{1}{5}\left(\frac{x}{l}\right)^5-\frac{2}{3}\left(\frac{x}{l}\right)^3+\left(\frac{x}{l}\right)$，但し $\frac{x}{l}<1$ のときは $\frac{x}{l}=1$ とする。

v_1 を 0 点を境にして前半部と後半部に分けて B^3 の比の形で表わすと、

$$\frac{v_1}{B^3}\equiv\frac{v_{a1}}{B^3}+\frac{v_{f1}}{B^3}$$

$$\therefore\quad \frac{v_{a1}}{B^3}\cdot\frac{\sqrt{h_1\cdot B}}{l_{a1}}\cdot\frac{1}{F(x_a/l_{a1})}=\frac{v_{f1}}{B^3}\cdot\frac{\sqrt{h_1\cdot B}}{l_{f1}}\cdot\frac{1}{F(x_f/l_{f1})}=\frac{(h_1/B)^{5/2}}{2\tan\theta}\equiv U\cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

となる。

(2) 式の中、$\frac{\sqrt{h_1\cdot B}}{l_{a1}}$ は船尾の舷弧の大きさを表わす常数、$F(x_a/l_{a1})$ は乾舷傾斜部の位置を表わす常数で、船が定まれば定まる。従って v_{a1} は h_1/B と θ の函数 U から求められる。v_{f1} についても同様である。U と h_1/B 及び θ との関係をクロスカーブに画くと第3図 (p. 46) になる。同図により、甲板水の量を簡単に求めることが出来る。$F(x_a/l_{a1})$ 及び $F(x_f/l_{f1})$ は第4図 (p. 47) から簡単に求められる。

次に甲板水の重心の位置を求める為に、体積 v_1 の、船の重心 G を通る x 軸の周りのモーメントについて考える。任意の x 断面に於て、第2図に示される三角形（0とす）の面積重心を g_x とすると、g_x の座標は $\left(\frac{1}{3}y,\ \frac{2}{3}z\right)$ となる。故に v_1 の 0 点を通る x 軸の周りのモーメントの y 軸方向の成分を m_{1y} とすると、

$$m_{1y}=-\int_{-x_a}^{0}A_x\left(\frac{1}{3}y\right)dx-\int_{0}^{x_a}A_x\left(\frac{1}{3}y\right)dx$$

$$=-\frac{h_1{}^3 l_{a1}}{6\tan^2\theta}\cdot G\left(\frac{x_a}{l_{a1}}\right)-\frac{h_1{}^3 l_{f1}}{6\tan^2\theta}\cdot G\left(\frac{x_f}{l_{f1}}\right)$$

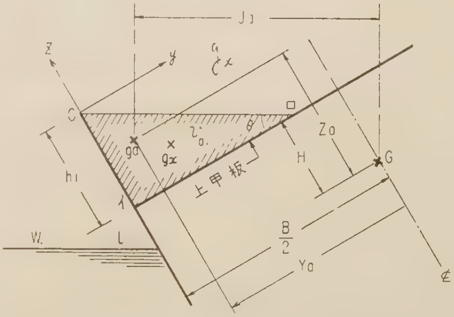
$$\equiv m_{a1y}+m_{f1y}\ \text{とおく。}\qquad\cdots\cdots(2')$$

但し　$G\left(\frac{x}{l}\right)\equiv\frac{1}{7}\left(\frac{x}{l}\right)^7-\frac{3}{5}\left(\frac{x}{l}\right)^5+\left(\frac{x}{l}\right)^3-\left(\frac{x}{l}\right)$，但し $\frac{x}{l}\nless 1$ のときは $\frac{x}{l}=1$ とする。

0点から船尾の甲板水 v_{a1} について考えてみると、

$$\overline{0g}_{a1y}\equiv\frac{m_{a1y}}{v_{a1}}=-\frac{h_1}{3\tan\theta}\cdot\frac{G(x_a/l_{a1})}{F(x_a/l_{a1})}$$

今 v_{a1} の重心 g_a 及び船の重心 G を $x=0$ なる yz 平面に投影し、両者の y 及び z 軸方向の距離を夫々 Y_a 及び Z_a とする。これらの関係を第5図に図解する。



第 5 図　$x=0$ 平図

$$Y_a=\frac{B}{2}-\frac{m_{a1y}}{v_{a1}}=\frac{B}{2}+\frac{h_1}{3\tan\theta}\cdot\frac{G(x_a/l_{a1})}{F(x_a/l_{a1})}$$

略同様にして

$$Z_a=H+h_1\left\{1+\frac{2}{3}\cdot\frac{G(x_a/l_{a1})}{F(x_a/l_{a1})}\right\}$$

故に v_{a1} の G に対する横方向の重力モーメントのレバー J_{a1} は次式で求まる。

$$J_{a1}=Y_a\cos\theta+Z_a\sin\theta$$

これに Y_a 及び Z_a の式を代入し変形する。

$$\frac{J_{a1}}{B}=\frac{H}{B}\sin\theta+\frac{1}{2}\cos\theta+\frac{h_1}{B}\left\{\sin\theta+\frac{1}{3}\left(\frac{1}{\sin\theta}+\sin\theta\right)\frac{G(x_a/l_{a1})}{F(x_a/l_{a1})}\right\}\cdots\cdots(3)$$

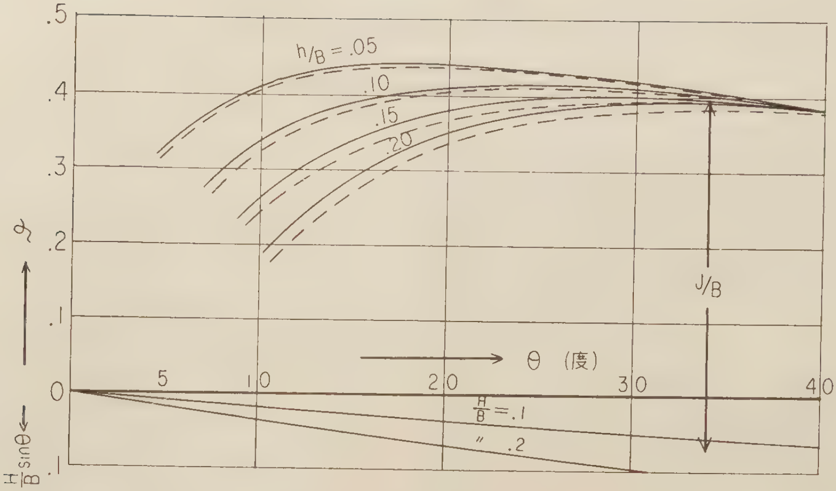
0点から船首の甲板水についても全く同様であるから、甲板水 v_1 による船の見掛けの重心の横方向の水平移動量 GZ' は次式で求められる。

$$GZ'=\frac{v_{a1}\cdot J_{a1}+v_{f1}\cdot J_{f1}}{V+v_{a1}+v_{f1}}\qquad\cdots\cdots(4)$$

但し V は船の排水容積。

従つて、船首尾各々の甲板水について (2) 及び (3) 式の計算をすれば、甲板の巾が船首尾に亘つて一定の場合の GZ' が求まる。

(3) 式の右辺中、$F(x/l)$ 及び $G(x/l)$ は船が、又 H/B は船の KG が決まれば決まる。従つて J_{a1} 及び J_{f1} は夫々 h_1/B と θ の函数として求めることが出来る。この関係を $x/l=1$ 及び $x/l=0.5$ の場合を拾つてクロスカーブに画くと第6図となる。（一般の計算には第4図を使えば便利である。）



第 6 図 $\dfrac{J}{B}=\dfrac{H}{B}\sin\theta+\vartheta$

但し $\vartheta=\dfrac{1}{2}\cos\theta+\dfrac{h_1}{B}\left\{\sin\theta+\dfrac{1}{3}\left(\dfrac{1}{\sin\theta}+\sin\theta\right)\dfrac{G(x/l)}{F(x/l)}\right\}$

実線： $x/l=1$ 破線： $x/l=0.5$

一般の漁船の使用状態を対象に考え、第6図中に入れる $\dfrac{H}{B}\sin\theta$ の曲線として、$H/B=0.1$, 0.2 のものを入れてみた。第6図で次のことが知られる。

(a) 船楼の為、甲板水の船首尾形状が制限されても、J/B の値には殆んどひびかない。

(b) ブルワークの高さが異つても、J/B の値の変動は比較的僅かである。

(c) $\theta=30\sim40°$ の間では、J/B の値は h/B 及び x/l の値に余り影響されず、その値は $H/B=0.1$ の時に $0.45\,B$ 前後となつている。

(d) 従つて、この範囲の傾斜角では、甲板水は殆んど $0.45\,B$ に集中していると考えてよく、これによる傾斜モーメントの大きさは、略甲板水の量によつて定まる。

但し、船の幅が前後に亘つて変化していると、甲板水は上記計算よりも少く、又その重心までのレバーも計算値より小さい筈であるから、甲板水によるモーメントはこの簡易計算法では実船より過大に算定していることになる。然し乍ら、後述の通り、インテグレーター計算及び模型実験成績と比べるとこの程度の算定でも十分実用になることが判つた。

本方法を実船に使う場合、前述の仮定に対し、現在の処、次のような考慮をしなければならない。

（イ） 上甲板の梁矢を ε とすると、上甲板の舷側端上 $\dfrac{2}{3}\varepsilon$ の高さに仮想上甲板面を考えて計算する。

（ロ） 舷孤が著しく小さい等の為、ブルワークの船首尾彎曲部の影響が大きく入つて来る場合は、甲板水の量が略同等と考えられる船首尾楼壁の存在に置き換えて計算する。

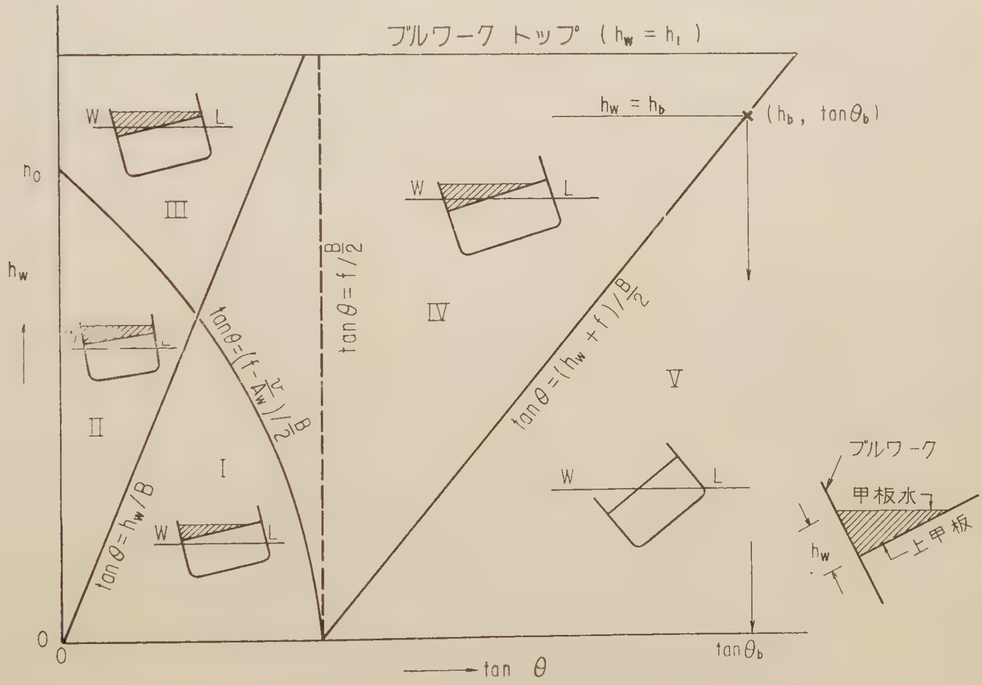
（ハ）　舷弧が特殊な形状の場合は、それに最も近似な抛物線に置き換えて計算する，

上記は以下の方法についても同様に用いることとする。

2. 計算式の応用

（1）　甲板水がある時の諸状態について

上甲板上の滞水が船の傾斜角に及ぼす影響を求めようとするとき、前章のような単純な楔形として求められる場合は稀で、船の吃水線、反対舷のブルワーク、或いは甲板室等の影響により、異つた形状に制限を受ける場合が多い。今吃水線及び反対舷のブルワークの2つだけを採り上げて、それらによる変化の組合せの分野を図解すると第7図になる。



第 7 図　甲板水があるときの諸状態の図解

本図の縦軸には上甲板上の滞水の水位を表わすものとして、ブルワークに沿つての水面の高さ h_w をとり、（同図中の右下図参照）横軸には船の傾斜角を θ としたときの $\tan\theta$ をとつた。すると船の吃水線及び反対舷のブルワークの存在による諸変化の状態が図示の I ～ V の状態内の各略図の通り、h_w/B, $(h_w+f)\Big/\dfrac{B}{2}$ 及び $\left(f-\dfrac{v}{A_w}\right)\Big/\dfrac{B}{2}$ の線を境にして存在することが知られる。但し、同図中の諸記号は下記により求められる。

即ち $\theta=0$ で最低乾舷位置での甲板水面の高さを h_0 としたとき、その甲板水の体積 v_0 は(1) 式の関係を使うと、次式で求められる。

$$v_0=\frac{2}{3}h_0(l_{a0}+l_{f0})B=\frac{2}{3}h_1(l_{a1}+l_{f1})B\cdot\left(\frac{h_0}{h_1}\right)^{3/2}$$

又 h_0 を、$\theta=0$ のときの $v_0=A_w\cdot f$ となる場合の h_w の値とすると h_0 は次の形で求められる。

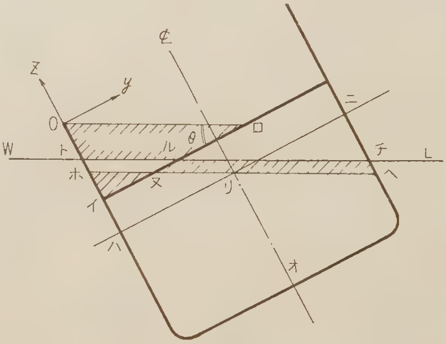
$$h_0=\left\{\frac{3\cdot A_w\cdot f}{2\,h_1(l_{a1}+l_{f1})B}\right\}^{2/3}\cdot h_1$$

同図で明らかなように、Iの状態は既に解決されているが、船の安全性上最も問題になる範囲は大角度傾斜をするIVの状態と考えられるので、先づこの状態について検討し、次に順序として小角度で起り易いIIの状態を検討することにする。

（2） 状態IVの計算式。

式の導出はIの場合と類似しているので要点を附録に載せ、ここでは結果だけを示す。

第8図の体積（0トルロ）を $v_{(1-2)}$ とし、その中0点より船尾の部分の体積を $v_{a(1-2)}$ とする。



第 8 図 $x=0$ 平面

$$\frac{v_{a(1-2)}}{B^3}\cdot\frac{\sqrt{h_1\cdot B}}{l_{a1}}\cdot\frac{1}{R\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right)}=\frac{(h_1/B)^{2.5}}{2\tan\theta}\quad\cdots\cdots\cdots(5)$$

但し

$$\begin{cases} R\left(\frac{x_a}{l_{a1}};\ p_2\right)=F\left(\frac{x_a}{l_{a1}}\right)-p_2^{\,5}\cdot F\left(\frac{x_a}{l_{a1}\cdot p_2}\right) \\ p_2^{\,2}=\frac{\overline{\text{トイ}}}{\overline{0\text{イ}}}=k\cdot\frac{(h_1/B)}{\tan\theta}+\frac{1}{2}\cdot\frac{\tan\theta}{(h_1/B)}-\frac{f}{h_1} \end{cases}$$

$$\equiv\Phi-\frac{f}{h_1}\leqq 1$$

但し

$$k\equiv\frac{\frac{l_{a1}}{L}\cdot F\left(\frac{x_a}{l_{a1}}\right)+\frac{l_{f1}}{L}\cdot F\left(\frac{x_f}{l_{f1}}\right)}{2(A_w/L\cdot B)}$$

(5) 式の中、右辺は第3図から簡単に求められる。p_2 については第10図 (p. 51) 中に k の値の変化に応じた Φ の曲線を画いてあり、実船では大体に於て $k=0.3\sim0$ であるから、k の計算値により p_2 は精度よく求められる。$R(x_a/l_{a1},\ p_2)$ は p_2 及び x_a/l_{a1} が定まれば第9図 (p. 48～50) から求められる。

又、$v_{a(1-2)}$ の船の重心 G に対する横方向の重力モーメントレバー $J_{a(1-2)}$ は次式となる。

$$\frac{J_{a(1-2)}}{B}=\left(\frac{H}{B}\right)\sin\theta+\frac{1}{2}\cos\theta+\left(\frac{h_1}{B}\right)\left\{T\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right)\cdot\sin\theta-\frac{S\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right)}{3\sin\theta}\right\}\cdots\cdots\cdots(6)$$

但し

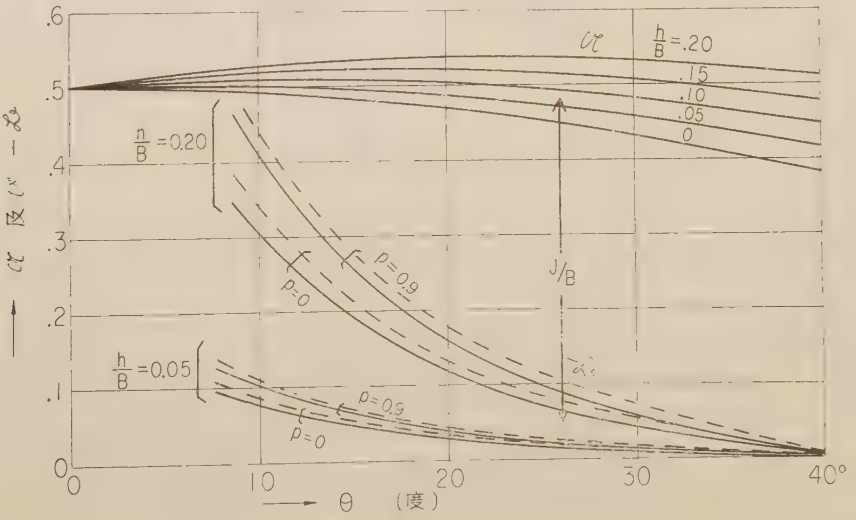
$$\begin{cases} T\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right)=1-\dfrac{S\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right)}{3}+p_2{}^5(1-p_2{}^2)\cdot\dfrac{F\left(\frac{x_a}{l_{a1}\cdot p_2}\right)}{R\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right)} \\ S\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right)=\dfrac{-G(x_a/l_{a1})+p_2{}^7\cdot G\left(\frac{x_a}{l_{a1}\cdot p_2}\right)}{F(x_a/l_{a1})-p_2{}^5\cdot F\left(\frac{x_a}{l_{a1}\cdot p_2}\right)} \end{cases}$$

0 点から船首側の甲板水についても全く同様であるから、甲板水 $v_{(1-2)}$ による船の見掛けの重心の横方向の水平移動量 GZ' は次式で求められる。

$$GZ'=\frac{v_{a(1-2)}\cdot J_{a(1-2)}+v_{f(1-2)}\cdot J_{f(1-2)}}{V+v_{a(1-2)}+v_{f(1-2)}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (7)$$

即ち、I の場合と同様に、船首尾の各々の甲板水について (5) 及び (6) 式の計算をすれば、甲板の巾が一定で舷側端が一部汲水した場合の GZ' が求められる

(6) 式中 T 及び S は R と共に x/l 及び p_2 の函数で第9図で求められる。従つて、(6) 式では x/l 及び p_2 に一定値を与えれば、$J_{a(1-2)}/B$ が θ 及び h_1/B の函数として求められることを示している。今 (6) 式に $x/l=1.0$ 及び 0.5, $p_2=0.9$ 及び 0 の夫々の組合せの 4 通りの状態を仮定して、各場合のクロスカーブを求めてみると第 11 図となる。



第 11 図 $J/B=\mathfrak{A}-\mathfrak{B}$

但し

$$\mathfrak{A}=\left(\frac{H}{B}\right)\sin\theta+\frac{1}{2}\cos\theta$$

$$-\mathfrak{B}=\left(\frac{h}{B}\right)\left(T\sin\theta-\frac{S}{3\sin\theta}\right)$$

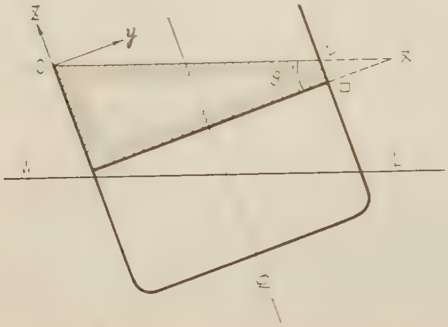
実線： $x/l=1$ 　　破線： $x/l=0$

同図でみると、次のことが明らかに知られる。

(a)　Ｉの状態と同様、$\theta=30\sim40°$ の範囲で J/B の価が略一定に近くなる傾向が示されている。しかしＩと比べて h/B による差異は多少大きくなるようである。J/B の値は、$\theta=30\sim40°$ の範囲で $H/B=0.1$ の時に約 0.40～0.46 B 程度で、Ｉの状態より多少小さ目にずれている。

(b)　船楼端により甲板水が制限された場合もＩと同様 J/B の値には余りひびかないようである。

(c)　従つてⅣの場合も、$\theta=30\sim40°$ 程度の範囲では、甲板水による傾斜モーメントの大きさは、概ね甲板水の量によつて定まる。



第 12 図　$x=0$ 平面

（3）　状態Ⅱの計算式

式の導出はＩ及びⅣの場合と類似しているのでここでは結果だけを示す。

第 12 図の体積（0 イロル）を $v_{(1-3)}$ とし、その中 0 点より船尾の甲板水の体積を $v_{a(1-3)}$ とする。$v_{a(1-3)}$ 及びそれの船の重心 G に対する横方向の重力モーメントレバー $J_{a(1-3)}$ 並びにそれらにより生ずる GZ' の大きさは夫々次式で求められる。

$$\frac{v_{a(1-3)}}{B^3}\cdot\frac{\sqrt{h_1\cdot B}}{l_{a1}}\cdot\frac{1}{R\left(\dfrac{x_a}{l_{a1}},\ p_3\right)}=\frac{(h_1/B)^{2.5}}{2\tan\theta}=U \quad\cdots\cdots(8)$$

$$\frac{J_{a(1-3)}}{B}=\left(\frac{H}{B}\right)\sin\theta+\frac{R'\left(\dfrac{x_a}{l_{a1}},\ p_3\right)}{2}\cdot\cos\theta$$

$$+\left(\frac{h_1}{B}\right)\left\{T\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_3\right)\cdot\sin\theta-\frac{S\left(\dfrac{x_a}{l_{a1}},\ p_3\right)}{3\sin\theta}\right\} \quad\cdots\cdots(9)$$

但し

$$\begin{cases} R'\left(\dfrac{x_a}{l_{a1}},\ p_3\right)=\dfrac{F(x_a/l_{a1})+p_3{}^5\cdot F\left(\dfrac{x_a}{l_{a1}\cdot p_3}\right)}{F(x_a/l_{a1})-p_3{}^5\cdot F\left(\dfrac{x_a}{l_{a1}\cdot p_3}\right)} \\ T\left(\dfrac{x_a}{l_{a1}},\ p_3\right)=1-\dfrac{S\left(\dfrac{x_a}{l_{a1}},\ p_3\right)}{3}+p_3{}^5(1-p_3{}^2)\dfrac{F\left(\dfrac{x_a}{l_{a1}\cdot p_3}\right)}{R\left(\dfrac{x_a}{l_{a1}},\ p_3\right)} \end{cases}$$

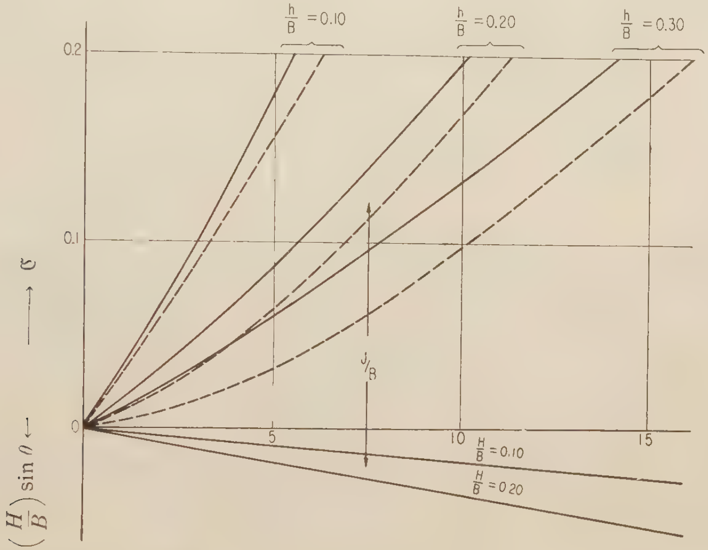
$$p_3{}^2=\frac{\overline{ルロ}}{\overline{0イ}}=1-\frac{\tan\theta}{(h_1/B)}<1$$

$$GZ'=\frac{v_{a(1-3)}\cdot J_{a(1-3)}+v_{f(1-3)}\cdot J_{f(1-3)}}{V+v_{a(1-3)}+v_{f(1-3)}} \quad\cdots\cdots(10)$$

なお、0 点より船首の甲板水の体積 $v_{f(1-3)}$ 及びそれの、船の重心 G に対する横方向の重力

モーメントレバー $J_{f(1-3)}$ は (8) 及び (9) 式と全く同型なので省略する。

上式中、p_3 は θ と h_1/B の函数で式から簡単に求められ、(8) 式は第 3 図及び第 8 図を使うことによりたやすく求められる。R' 及び T は x/l 及び p_3 が与えられれば第 9 図及び第 13 図 (p. 52) から求められる。従つて (9) 式に $x/l=1.0$ 及び 0.5 を与えると第 14 図に示されるクロスカーブを求めることが出来る。



第 14 図　$\frac{J}{B}=-\left(\frac{H}{B}\right)\sin\theta+\mathfrak{C}$,　$\mathfrak{C}=\frac{R'}{2}\cos\theta+\left(\frac{h}{B}\right)\left(T\sin\theta-\frac{S}{3\sin\theta}\right)$

実線：　$x/l=1$（船楼なし）　　破線：　$x/l=0.5$

第 14 図をみて判ることは、次のようなことである。

(a)　この状態でも、x/l の値、即ち船楼の影響は比較的少ないが、他の状態に比べると相対的には稍大きいようである。

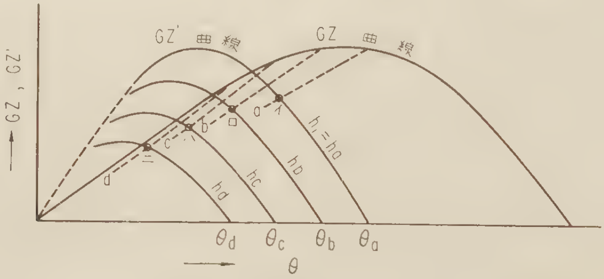
(b)　J/B の値は θ に略比例して増大し、この点ではⅠ及びⅣの状態と全く趣を異にする。

(c)　θ に対する J/B の上昇の傾斜は h/B が小さい程急である。この理由は、h/B が小さい程、甲板水の断面が早く楔形に近づくためと考えられる。なおこれとは逆に θ と $v_{(1-3)}$ との関係では第 3 図で明らかなように h/B の大きくなる程、$v_{(1-3)}$ は大きくなる。故にこのⅡの状態では $v_{(1-3)}\times J_{(1-3)}$ の値は h/B の差に拘らず、接近したものになることが予想される。

3.　静水上でブルワーク放水口が全部閉じたときの船の平衡状態について

前章により、船の傾斜角が θ で、ブルワークの高さ h_1 一杯に水がたたえられている場合、その甲板水により生ずる船の重心の横方向の移動量 GZ' 及び見掛けの排水量の増加 w を知ることが出来る。その GZ' の値が船の復原挺 GZ と等しい時に船は平衡状態になる訳であるか

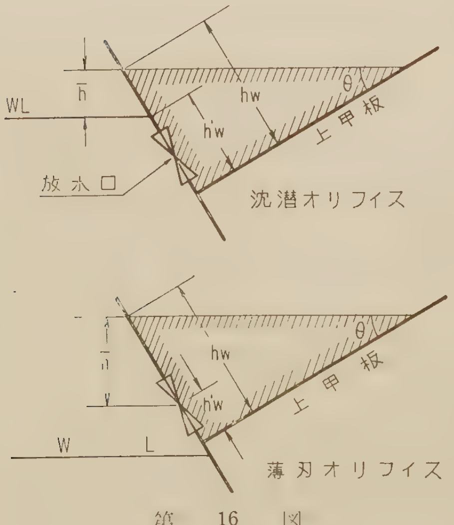
ら、その平衡点を見付けるには次の操作を必要とする。即ち、h_1 が今一定値 h_a であるとすると、前章の方法を用い、$\theta-GZ'$ の関係を求めることが出来る。その関係を船の静的復原力曲線図上に併せて画くと第15図の $h_w=h_a$ の曲線のようになる。この場合、復原力曲線は甲板水なしの排水量に前述の w を加えた状態のクロスカーブから改めて読み取らなければならない。



第 15 図 静的復原力曲線

その修正された GZ 曲線を点線 a で示す。a 曲線と h_a 曲線との交点イがこの場合の平衡点になる。若しブルワークの高さが低くなり、h_b, h_c, h_d, ………となれば、同様の方法で平衡点ロ、ハ、ニ、……… が見出される。従つて或る船の状態で之等の h_1 の値を次々と変えて GZ' に関するクロスカーブを画いておけば、甲板水と船との関連を知る上に便利である。なお、第15図の $h_1=h_a$, h_b, h_c, …… の各曲線の起点、即ち $GZ'=0$ のときの θ の値は、第7図に於ては $h_w=h_a$, h_b, h_c, …… の各直線と $\tan\theta=(h_w+f)\Big/\dfrac{B}{2}$ なる直線との交点の θ_a, θ_b, θ_c, …… の値になる。

4. 静水上で平衡状態から放水口が急に開いたときの船の傾斜角の時間的推移



第 16 図

前節の第15図に示された h_a, h_b, …… の曲線は夫々ブルワークの高さが h_a, h_b, …… の場合を表わしていると説明されて来たのであるが、見方をかえればそれらの値はブルワークの高さと考えずに、上甲板上の溜水の水面の高さ h_w と考え直して一向に差支えない訳である。即ちブルワークの高さ $h_1=h_a$ の時でも、上甲板上の水が少いため $h_w=h_b$ 又は h_c 等の位置で船と甲板水のモーメントが均合つていると考えることが出来る。この場合の計算には前述諸式の h_1 の代りに h_w を置き替えればまぎれがなくてよい。

今 $h_w=h_1$ 即ちブルワーク一杯に楔形に甲

板水が乗つて、放水口が閉じている為に第15図のイ点で平衡状態になつているとする。その時急に放水口が開くと、船は甲板水によるモーメントと均合いを保つた状態で甲板水の流出に伴い次第に起上つて来る。一般には或る一つの傾斜角で船と均合を保つ甲板水の量が二通りあることはないから、排水の過程に於て船の状態は第9図の点ロ、ハ、ニ、…… を順次辿つて起上つてゆくことは明らかである。従つて、この過程の各点では前述の方法により船の吃水線、甲板上水面の位置等が既に求められているので、各点の状態でブルワーク放水口にかかる甲板水の水頭 $\overline{h}$ も、次式で求めることが出来る。(第16図参照)

（イ）　沈潜オリフイスの場合

$$\overline{h}=(h_w-h_w')\cos\theta$$

（ロ）　薄刃オリフイスの場合

$$\overline{h}=(h_w-h_w')\cos\theta$$

以上から、船の或る使用状態の時、上甲板上に溜つた甲板水の流出に伴う船の傾斜 θ と水頭 $\overline{h}$ 及び甲板水の体積 v の関係を求めることが出来る。

今ブルワーク放水口の水の流出速度を u とすると、

$$u=c\sqrt{2g\cdot\overline{h}} \qquad \cdots\cdots(11)$$

但し　c：　流量係数　　　g：　重力の加速度

又甲板水の総量を v とすると、単位時間の排水流量は dv/dt で表わされる。(11) 式から

$$\frac{dv}{dt}=u\cdot A=c\cdot A\sqrt{2g\overline{h}}$$

但し　A：　有効な放水口の総面積

$$\therefore \quad t=\frac{1}{\sqrt{2g}}\int\frac{dv}{c\cdot A\sqrt{\overline{h}}}+C \qquad \cdots\cdots(12)$$

但し　C：　積分常数

(12) 式中、c 及び A が v に関せず一定であれば (12) 式は次式になる。

$$t=\frac{1}{c\cdot A\sqrt{2g}}\int\frac{dv}{\sqrt{\overline{h}}}+C \qquad \cdots\cdots(13)$$

従つて前記の方法により $\sqrt{\overline{h}}$ と v との関係図を求めておけば、(13) 式により c 及び A が一定の範囲に於ける甲板水量 v と船の起上り所要時間 t との関係が求められ、v と θ との関係を使つて θ と t との関係も求めることが出来る。この方法により、ブルワーク放水口の流量係数 c がわかれば、甲板水の排除に伴う θ の時間的変化を計算より求めることが出来る訳である。

5. 計　算　例

(1)　インテグレーターによる計算との比較

計算の一例として、船型に鮭鱒流網漁船S丸を選び、本近似計算による甲板水の GZ' 曲線が、

第 1 表 計算に使つた漁船S丸の要目

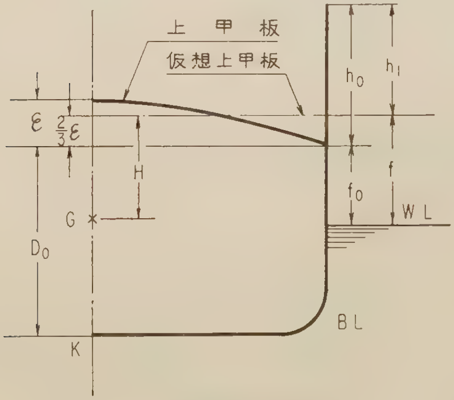
L × B × D	24.90 m × 5.10 m × 2.66 m
G T	84.61 T
船楼	なし
甲板室の長さ×巾	9.00 m × 2.60 m
舷檣の高さ	0.90 m
船質	木
吃水	船首 1.11 m　船尾 3.29 m　平均 2.20 m
トリム	2.18 m (船尾)
排水量	163.4 t
K G	2.22 m
G M	0.28 m
乾舷	0.90 m
上記の状態	北洋鮭鱒独航船として、母船帰投状態(推定)

(註) 本船が上記の状態の時、上甲板上に大量の海水が打込み、排水不良の為、大傾斜して容易に起上れなかつたと報告されている。

インテグレーター使用のトライアル・アンド・エラー方法による GZ' の値とどの程度の差があるかを当つてみた。

本船型は漁船研究技報第9号の「漁船の復原性能についての一考察」中のC船型で、線図は同報告中に復原力曲線と共に記載されているのでここには省略し、計算に使われた状態の主要目だけを第1表に示す。

以下に計算方法を順を追つて説明しながら計算を進めることにする。



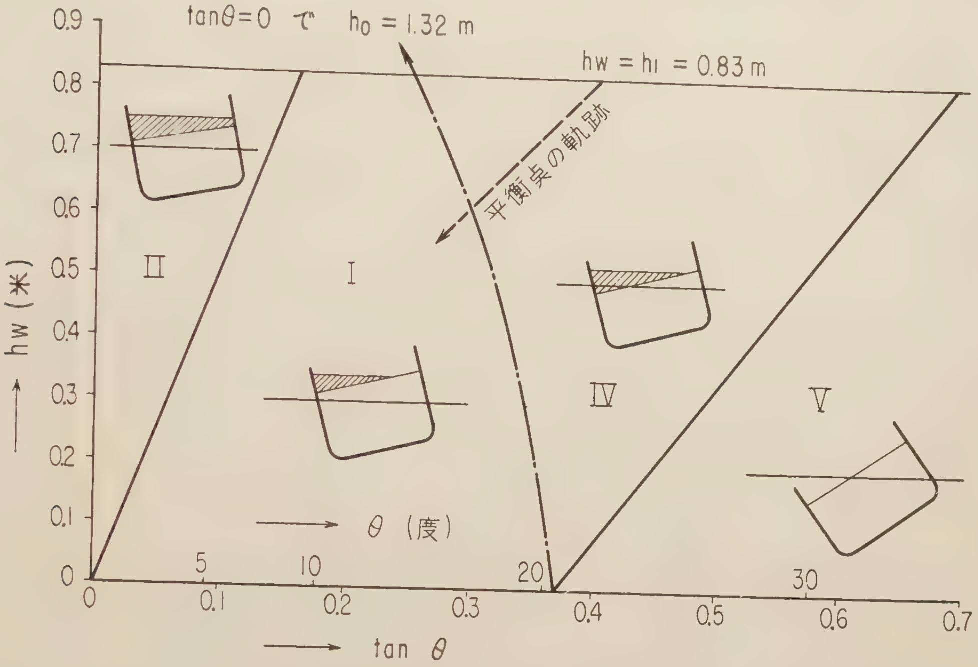
第 17 図 最低乾舷位置断面

船の最低乾舷位置断面を第 17 図に示す。同図に示される上甲板は ε なる梁矢を持つているので、$\frac{2}{3}\varepsilon+f_0=f$ なる仮想上甲板を鎖線の如くに引く。この仮想上甲板を基準にしてブルワークの高さ h_1 及び船の重心迄の距離 H を求める。線図及び表1から夫々次の数値が得られる。

$$B=5.10\ \mathrm{m},\quad H=0.59\ \mathrm{m},\quad f=\frac{2}{3}\varepsilon+f_0=0.07\ \mathrm{m}+0.90\ \mathrm{m}=0.97\ \mathrm{m}$$

$$h_1=h_{act}-\frac{2}{3}\varepsilon=0.90\ \mathrm{m}-0.07\ \mathrm{m}=0.83\ \mathrm{m},\quad l_{f1}+l_{a1}=23.6\ \mathrm{m},\quad A_w=112\ \mathrm{m}^2$$

以上から先づ第一に第7図と同様の第18図を作り、この状態で甲板水が乗つた時の状態を調べる。第18図の区劃は下式より得た。



第 18 図　S丸の計算時の状態推移図

$$\tan\theta=(f+h_w)\Big/\frac{B}{2}=0.372+\frac{h_w}{2.55}$$

$$\tan\theta=h_w/B=h_w/5.10$$

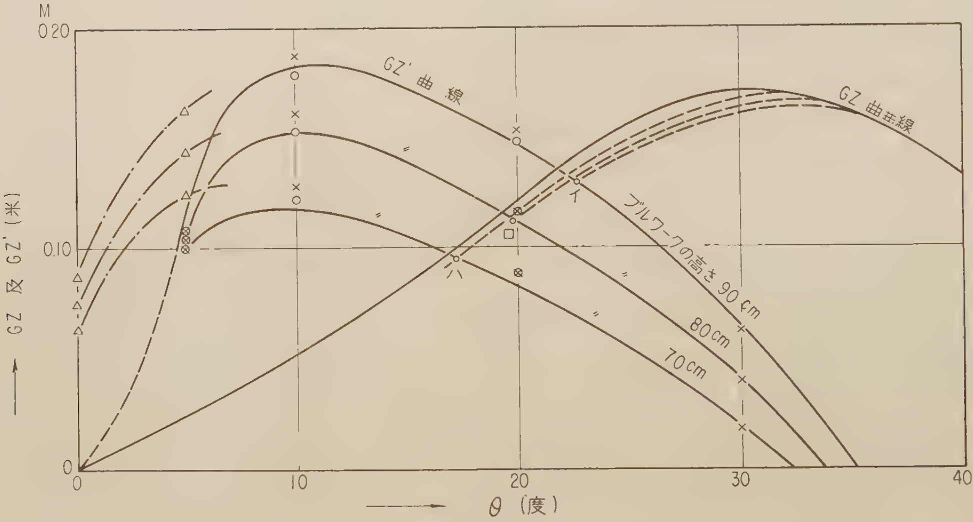
$$\tan\theta=f\Big/\frac{B}{2}=0.380$$

$$h_0=\left\{\frac{3\cdot A_w\cdot f}{2\,h_1(l_{a1}+l_{f1})B}\right\}^{2/3}\cdot h_1=1.16\ \text{m}$$

第18図から、最低乾舷位置のブルワークトップの没入角度は約35°であり、又 $\theta=20°$ までは状態IV、それ以下では状態Ｉ乃至は状態IIに属することが明らかになつた。これ等から、前述の使うべき近似式を夫々選び、計算した結果を第2表に示す。これ等の関係を船の GZ 曲線図に記入すると第19図になる。一方、船の GZ 曲線については、h_w 及び θ の値に応じ甲板水の吃水線上の体積 $v\times\sigma=w$（但し σ は甲板水の密度）だけ排水量が増加した位置の GZ をよみ、曲線を夫々第19図の点線の如く修正する。相応ずる GZ 及び GZ' 曲線の交点を順次イ、ロ、ハ、…… とすれば、それ等が夫々の状態での平衡点になる。これらの平衡点の軌跡を第18図に入れると点線になる。一方、同船の甲板室、ハツチ、舷孤等を考慮に入れてインテグレーターで算出した値を $\theta=30°$, 20°, 10° 及び 5° の処で第19図に置点してみた。点の中×印は甲板室とハツチが無い場合、○印はある場合、△印は甲板室がある場合で、而も傾斜の反対舷の甲板室側部には水が乗らない場合を示す。

第 2 表　近 似 計 算 結 果

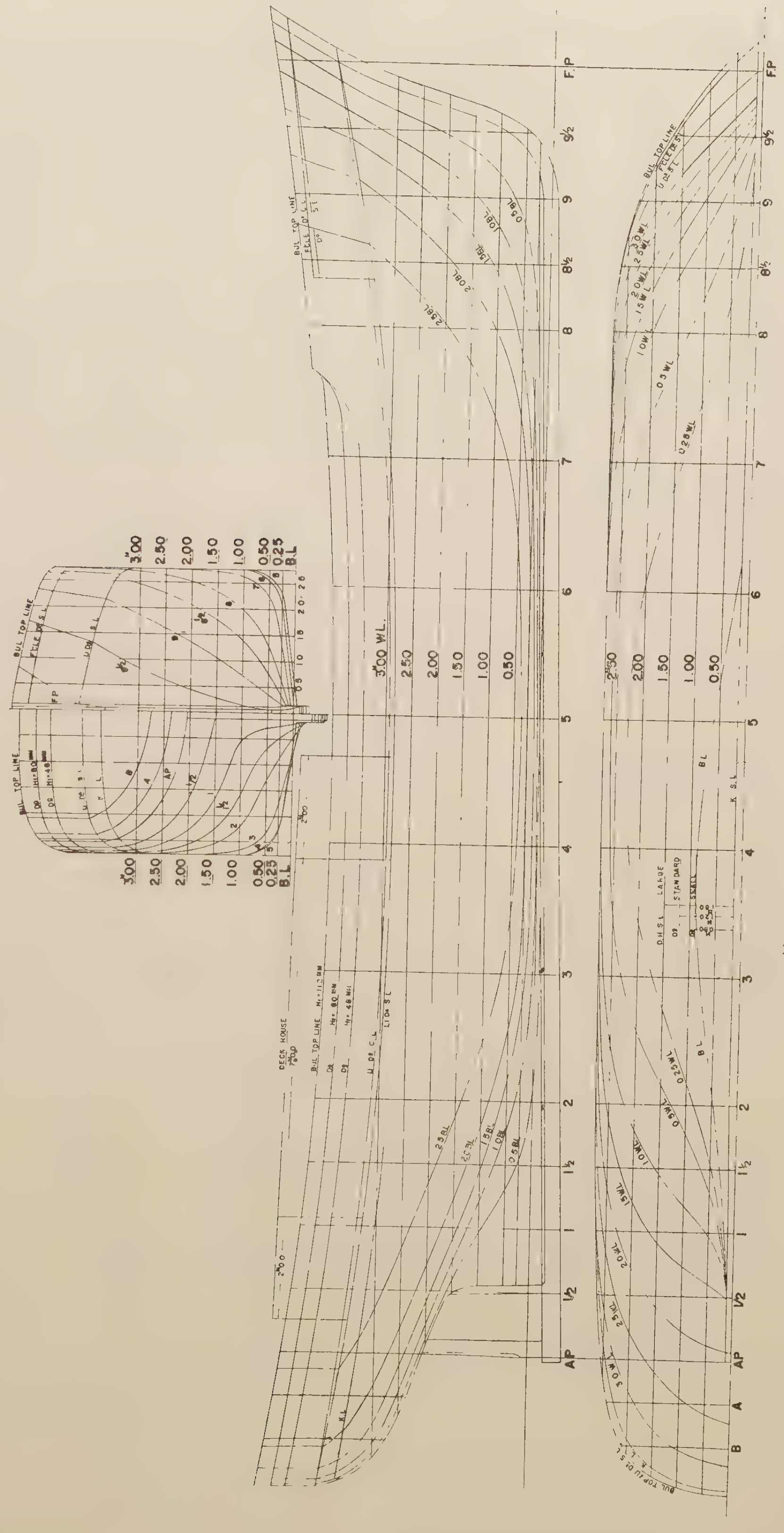
θ	v (m³)	J (m)	GZ′ (m)	使つた式
h_1=0.83 m（ブルワークの高さ：0.90 m）				
30°	$v_{(1-2)}$= 4.80	$J_{(1-2)}$=2.33	0.068	(5)～(7) 式
20°	〃 =11.8	〃 =2.11	0.145	(5)～(7) 式
10°	v_1 =24.8	J_1 =1.35	0.182	(2)～(4) 式
5°	$v_{(1-2)}$=42.2	$J_{(1-2)}$=0.56	0.117	(8)～(10) 式
h_1=0.73 m（ブルワークの高さ：0.80 m）				
30°	$v_{(1-2)}$= 2.78	$J_{(1-2)}$=2.34	0.040	(5)～(7) 式
20°	〃 = 8.5	〃 =2.18	0.111	(5)～(7) 式
10°	v_1 =18.0	J_1 =1.51	0.153	(2)～(4) 式
5°	$v_{(1-2)}$=32.4	$J_{(1-2)}$=0.64	0.108	(8)～(10) 式
h_1=0.63 m（ブルワークの高さ：0.70 m）				
30°	$v_{(1-2)}$= 1.36	$J_{(1-2)}$=2.35	0.020	(5)～(7) 式
20°	〃 = 6.1	〃 =2.23	0.082	(5)～(7) 式
10°	v_1 =12.2	J_1 =1.66	0.118	(2)～(4) 式
5°	$v_{(1-2)}$=23.8	$J_{(1-2)}$=0.78	0.101	(8)～(10) 式



第 19 図　S丸の *GZ* 及 *GZ′* 曲線

(註) 近 似 計 算 結 果：*GZ′* 曲線
インテグレーター計算結果：×，○ 及 △印
内 訳 ×：甲板室のないとき
○：甲板室のあるとき
△：甲板室があり、且つ傾斜の反対舷の甲板室側に甲板水がないと仮定したとき。

$$L \times B \times D = 2.000 \times 0.443 \times 0.225 \quad \mathrm{M} \quad \mathrm{M} \quad \mathrm{M}$$



第 20 図　模　型　船　線　図

〔註〕図中の寸法は実船（12.475 倍）の値

第19図でみると、本近似計算法による結果はインテグレーターによる結果と比較的よく一致している。本近似計算法は甲板室、ハツチ等の存在を無視している為、無視しない場合との差が相当大きいものと予想されたにも拘らず、GZ' の値については比較的良い結果が得られた。この理由は甲板室が船の中心線にある為と考えられる。なお、第19図の船の状態は出漁状態であるが、これによるとブルワークの高さが高い場合、放水口が閉じた時の甲板水の影響が明瞭に示され、放水口の必要性を強く感じさせられる。

（2） 模型実験との比較

近似計算の結果を模型実験の結果と比較して、その近似度を確めてみた。使つた模型船の要目を第 3 表に又線図を第 20 図に示す。本模型船は木製かつおまぐろ漁船の略標準的な実船をそのまま縮尺したもので、甲板室、ハツチ及び木製ブルワークも実物通りの構造をもつたものである。

計算結果及び実験結果を第 4 表及び第 21 図に示す。

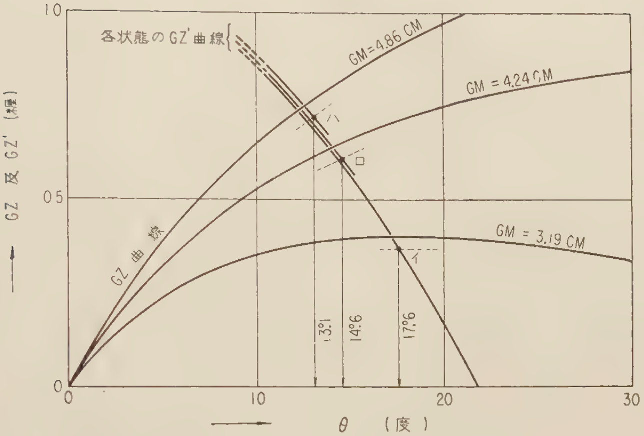
これから明らかなように、GZ' に関して本方法は略満足すべき値を示しているが、甲板水量に関しては不十分な結果を示している。この理由は甲板室の存在を無視している為と考えられる。

第 3 表　模型船の要目等

L×B×D	200 cm×44.3 cm×22.5 cm
甲板室の長さと巾	92 cm × 18.8 cm
船楼	⊗ よりおもて 66 cm 迄船首楼あり。
舷檣の高さ	8.0 cm
吃水	船首 20.71 cm, 船尾 28.73 cm, 平均 24.72 cm
トリム	8.02 cm
排水量	138.0 kg
KG	17.71 cm, 16.66 cm, 16.04 cm
GM	3.19 cm, 4.24 cm, 4.86 cm
乾舷	0.80 cm
上記の状態	超満載出港状態（想定）

第 4 表　第21図の平衡点の計算値とそれに対応する実験値

項目 / GM	計算値		実験値		備考
	傾斜角	甲板水総量	傾斜角	甲板水総量	
3.19 cm	17.6°	9.4 l	17.3°	8.9 l	第 21 図中の平衡点　イ
4.24 cm	14.6°	11.1 l	14.3°	10.0 l	〃　ロ
4.86 cm	13.1°	12.1 l	13.3°	10.7 l	〃　ハ



第 21 図　模型船の放水口を全閉し甲板水を満たした場合の近似計算結果。

6. 結 果 の 考 察

本方法の近似度については、前 2 例の結果から早計に云々することは出来ないが、特殊な船を除いては甲板水による GZ の減少量 GZ' の概略値を把むのに使い得るものと考えられる。ただし、甲板水量を把む為には、更に甲板室に関する補正をしなければならないことは明らかであるから、次の機会にはそれに関して考慮することにする。

本方法は更に GZ' に影響を及ぼす各要素の作用を把むのに便利で、計算の結果次のことが明らかにされた。

(1) 船首尾側を船楼で囲まれ、ウエルを形成している甲板溜水の傾斜モーメント梃はウエルの長さが $L/2$ 程度の範囲では船楼のない場合と大差がない。

(2) I 及び IV の状態では $\theta=30\sim40°$ の範囲で、ブルワークの高さに拘らず、傾斜モーメント梃 J は $0.45\,B$ に近い値をとる。従つてこの間の傾斜モーメントは甲板水量に略比例することが知られる。

む す び

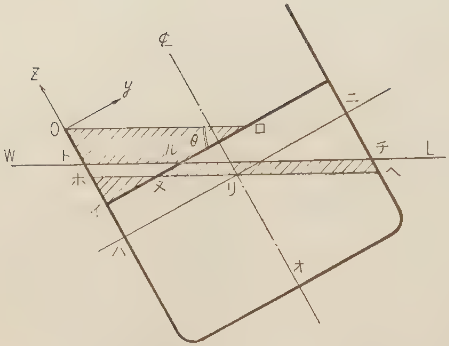
甲板上の溜水による船の復原力えの影響は、計算が比較的複雑な為に正確に把むことは仲々困難であつたが、本方法により比較的容易になるものと考える。しかし本方法を実用する上には未だ多少不十分な点もあるので、機会があればそれ等を補い、且つ、甲板水の排除に伴う船の傾斜角の変化とそれに要する時間との関係につき検討を進めたいと考えている。関係諸賢の御批判、御指導を切に望む次第である。

おわりに臨み、本研究に対して種々御指導及び御助力を頂いた漁船研究室の横山調査官及び関係諸氏に心から謝意を表する。

附　　　録

状態 IV の計算式の導出

第 22 図に示される如く、直立で ハニ なる吃水であつた船が、放水口を閉鎖され、甲板水（0 イロ）の為に吃水 トチ に傾斜して平衡を保つているものとする。ハニ と中心線との交点 リ を通り、トチ に平行線 ホヘ を引くと次の関係が知られる。



第 22 図　$x=0$平面

（容積ヌイオヘ）＝（容積ホオヘ）

－（容積ホイヌ）……………………（14）

（容積ルイオチ）＝（容積ハオニ）

＋（容積 0 トルロ）…………………（15）

（15）－（14）

（容積ルヌヘチ）＝（容積ハオニ）－（容積ホオヘ）＋（容積 0 トルロ）＋（容積ホイヌ）……（16）

漁船の載荷状態の近傍では側壁船型に近い形状のものが多いので、近似的に、

（容積ハオニ）≒（容積ホオヘ）

と仮定しても、特殊な船型を除いては以下の近似度を著しく損わぬ程度のものと考えられる。（16）式にこの仮定を入れると、

（容積ルヌヘチ）≒（容積 0 トルロ）＋（容積ホイヌ）

両辺に（容積トホヌル）を加える。

（容積トホヘチ）≒（容積 0 イロ）…………………………………………………（17）

（容積 0 イロ）は（2）式の　$v_{a1}+v_{f1}=v_1$　で求められる。

一方、吃水線ハニの吃水線面積を A_w とすると、（容積トホヘチ）は次式で求められる。

$$（容積トホヘチ）\fallingdotseq \frac{A_w}{\cos\theta}\times\overline{トホ}\times\cos\theta=\overline{トホ}\times A_w \quad \cdots\cdots(18)$$

（17），（18）式より、

$$\overline{トホ}=\frac{v_1}{A_w}$$

$$\therefore\quad \overline{トイ}=\overline{トホ}+\overline{ホハ}-\overline{イハ}=\frac{v_1}{A_w}+\frac{B}{2}\cdot\tan\theta-f\equiv h_2 \quad \cdots\cdots(19)$$

（2）式より v_1 は次の通り求まる。

$$v_1=B^3\,U\left\{\frac{l_{a1}}{\sqrt{h_1B}}\cdot F\left(\frac{x_a}{l_{a1}}\right)+\frac{l_{f1}}{\sqrt{h_1B}}\cdot F\left(\frac{x_f}{l_{f1}}\right)\right\}$$

上式を (19) 式に代入して、

$$p_2^2 \equiv \frac{h_2}{h_1} = \frac{B^3 U}{h_1 A_w}\left\{\frac{l_{a1}}{\sqrt{h_1 B}}\cdot F\left(\frac{x_a}{l_{a1}}\right) + \frac{l_{f1}}{\sqrt{h_1 B}}\cdot F\left(\frac{x_f}{l_{f1}}\right)\right\}$$

$$+\frac{1}{h_1}\left(\frac{B}{2}\cdot\tan\theta - f\right) \cdots\cdots (20)$$

但し $U = \dfrac{(h_1/B)^{2,5}}{2\tan\theta}$

即ち (20) 式により、船の舷孤の強さ及び船首尾楼端壁の位置が定まれば、p_2 は船の傾斜角 θ と最低乾舷位置のブルワークの高さ h_1 の函数として求められる。従つて、 $h_2=h_1\cdot p_2^2$ により、h_2 も θ と h_1 との函数として求められる。h_2 が求まれば、(容積トイル)$\equiv v_2$ は (2) 式の h_1 の代りに h_2 を入れることにより容易に求められる。即ち、v_2 を前半部と後半部に分けて B^3 の比の形で表わすと、

$$\frac{v_2}{B^3} \equiv \frac{v_{a2}}{B^3} + \frac{v_{f2}}{B^3}$$

$$\frac{v_{a2}}{B^3}\cdot\frac{\sqrt{h_2 B}}{l_{a2}}\cdot\frac{1}{F(x_a/l_{a2})} = \frac{v_{f2}}{B^3}\cdot\frac{\sqrt{h_2 B}}{l_{f2}}\cdot\frac{1}{F(x_f/l_{f2})} = \frac{(h_2/B)^{2.5}}{2\tan\theta}$$

(1) 式の仮定から、上式に $h_2=h_1\cdot p_2^2$ 及び $l_{a2}=l_{a1}\cdot p_2$, $l_{f2}=l_{f1}\cdot p_2$ を代入すると次式となる。

$$\frac{v_{a2}}{B^3}\cdot\frac{\sqrt{h_1 B}}{l_{a1}}\cdot\frac{1}{F\left(\frac{x_a}{l_{a1}\cdot p_2}\right)} = \frac{v_{f2}}{B_3}\cdot\frac{\sqrt{h_1\cdot B}}{l_{f1}}\cdot\frac{1}{F\left(\frac{x_f}{l_{f1}\cdot p_2}\right)}$$

$$= \frac{(h_1/B)^{2.5}\cdot p_2^5}{2\tan\theta} = U\cdot p_2^5 \cdots\cdots (21)$$

又 v_{a2} の、ト点を通る x 軸の廻りのモーメントの y 軸方向の成分を m_{a2y} とすると、(2′) 式から

$$m_{a2y} = -\frac{h_2^3 l_{a2}}{6\tan^2\theta}\cdot G\left(\frac{x_a}{l_{a2}}\right) = -\frac{h_1^3 l_{a1}\cdot p_2^7}{6\tan^2\theta}\cdot G\left(\frac{x_a}{l_{a1}\cdot p_2}\right) \cdots\cdots (22)$$

故に (容積0トルコ) の後半部の容積を $v_{a(1-2)}$ とすると、

$$v_{a(1-2)} = v_{a1} - v_{a2} = B^3\cdot U\cdot\frac{l_{a1}}{\sqrt{h_1 B}}\left\{F\left(\frac{x_a}{l_{a1}}\right) - p_2^5 F\left(\frac{x_a}{l_{a1}\cdot p_2}\right)\right\}$$

$$\equiv B^3\cdot U\cdot\frac{l_{a1}}{\sqrt{h_1 B}}\cdot R\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right)$$

$$\therefore\ \frac{v_{a(1-2)}}{B^3}\cdot\frac{\sqrt{h_1 B}}{l_{a1}}\cdot\frac{1}{R\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right)} = U \cdots\cdots (23)$$

又 $v_{a(1-2)}$ のト点を通る x 軸の廻りのモーメントの y 軸方向の成分を $m_{a(1-2)y}$ とすると、(2′) 及び (22) 式から、

$$m_{a(1-2)y} = m_{a1y} - m_{a2y} = \frac{h_1^3 l_{a1}}{6\tan^2\theta}\left\{-G\left(\frac{x_a}{l_{a1}}\right) + p_2^7\cdot G\left(\frac{x_a}{l_{a1}\cdot p_2}\right)\right\}$$

$$= \frac{h_1^3 l_{a1}}{6\tan^2\theta}\cdot R''\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right)$$

故に $v_{a(1-2)}$ の重心 $g_{a(1-2)}$ と、船の重心 G との距離の y 軸方向の成分を $Y_{a(1-2)}$ とすると、

$$Y_{a(1-2)} = \frac{B}{2} - \frac{m_{a(1-2)y}}{v_{a(1-2)}} = \frac{B}{2} - \frac{h_1}{3\tan\theta}\cdot S\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right)$$

但し $S\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right) = \frac{R''\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right)}{R\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right)} = \frac{-G\left(\frac{x_a}{l_{a1}}\right)+p_2^7\cdot G\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right)}{F\left(\frac{x_a}{l_{a1}}\right)-p_2^5,\ F\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right)}$

略同様にして $Z_{a(1-2)}$ に関しては次式を得る。

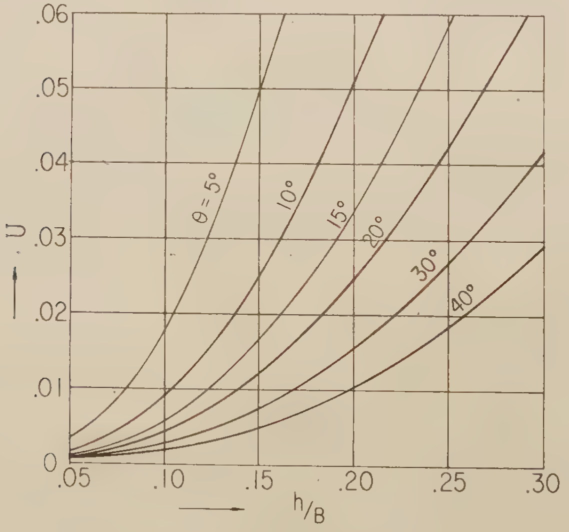
$$Z_{a(1-2)} = H + h_1\left\{T\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right) - \frac{1}{3}S\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right)\right\}$$

但し $T\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right) = 1 - \frac{1}{3}S\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right) + p_2^5(1-p_2^2)\cdot\frac{F\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right)}{R\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right)}$

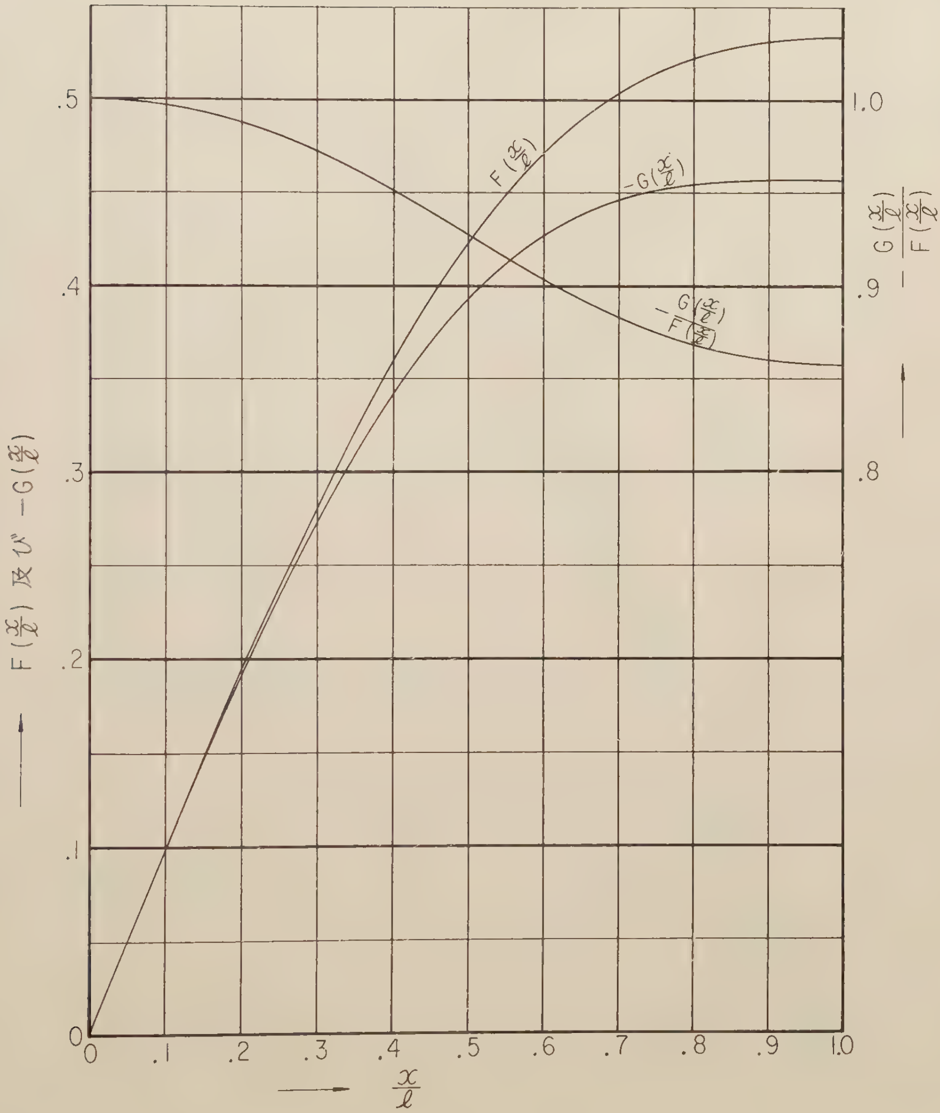
故に $v_{a(1-2)}$ の、船の重心 G に対する横方向の重力モーメントレバーを $J_{a(1-2)}$ とすると次式を得る。

$$\frac{J_{a(1-2)}}{B} = \frac{1}{B}\{Y_{a(1-2)}\cos\theta + Z_{a(1-2)}\sin\theta\}$$

$$= \left(\frac{H}{B}\right)\sin\theta + \frac{1}{2}\cos\theta + \left(\frac{h_1}{B}\right)\left\{T\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right)\sin\theta - \frac{S\left(\frac{x_a}{l_{a1}},\ p_2\right)}{3\sin\theta}\right\} \quad \cdots(24)$$



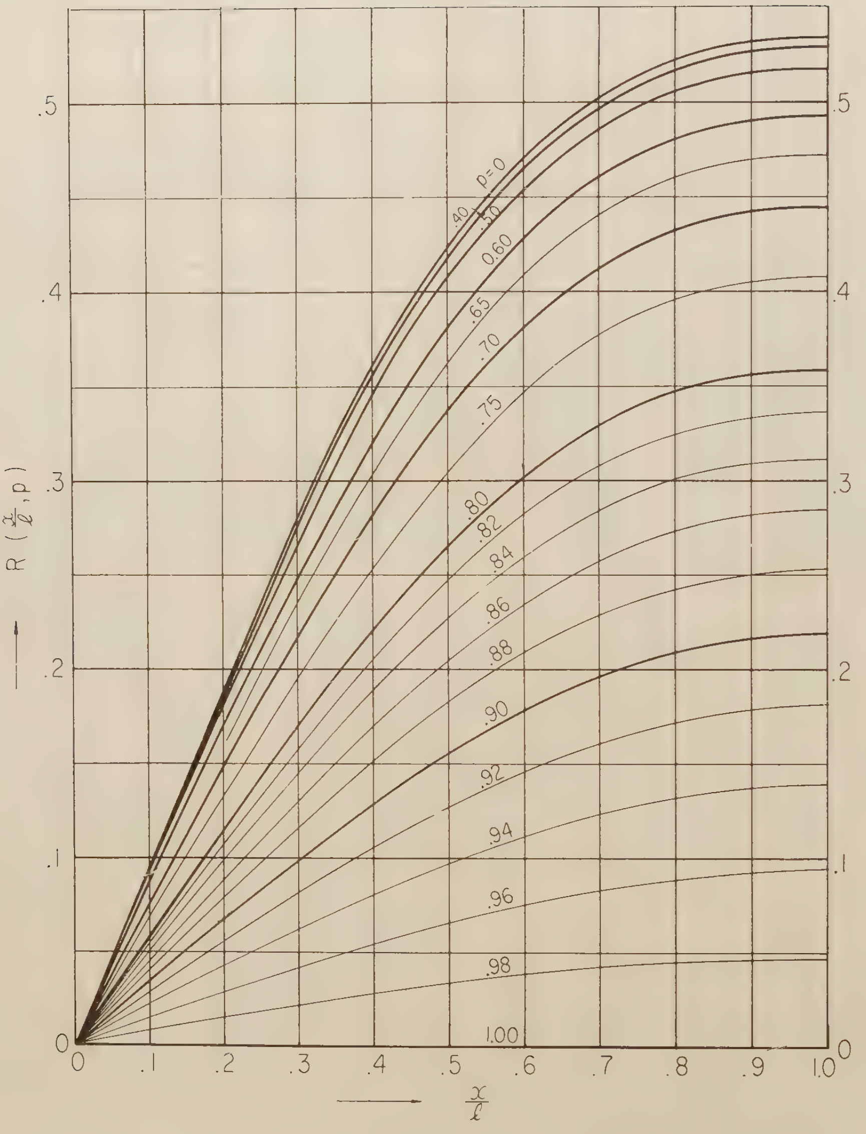
第 3 図 $U = \frac{\left(\frac{h}{B}\right)^{2.5}}{2\tan\theta}$



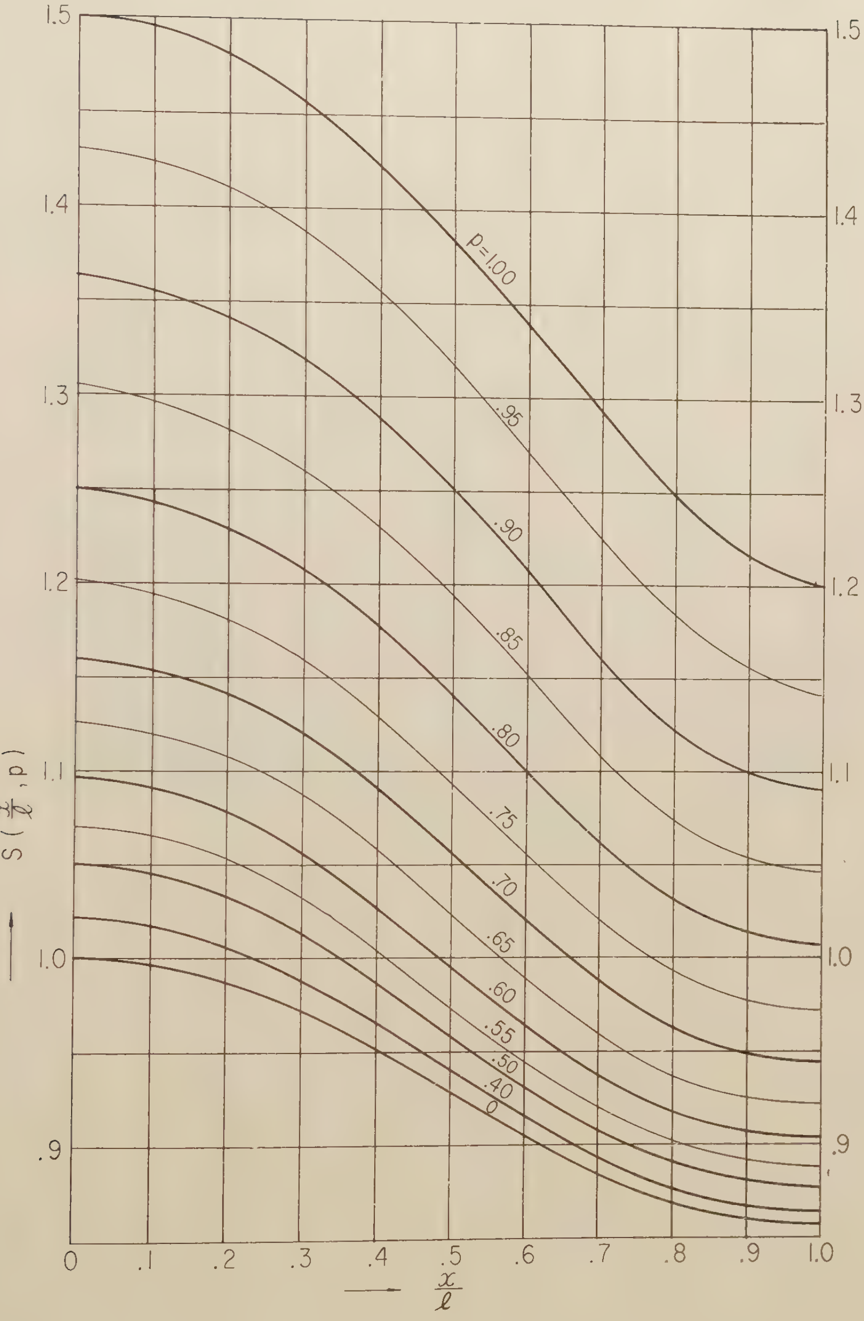
第 4 図

$$F\left(\frac{x}{l}\right)=\frac{1}{5}\left(\frac{x}{l}\right)^5-\frac{2}{3}\left(\frac{x}{l}\right)^3+\left(\frac{x}{l}\right)$$

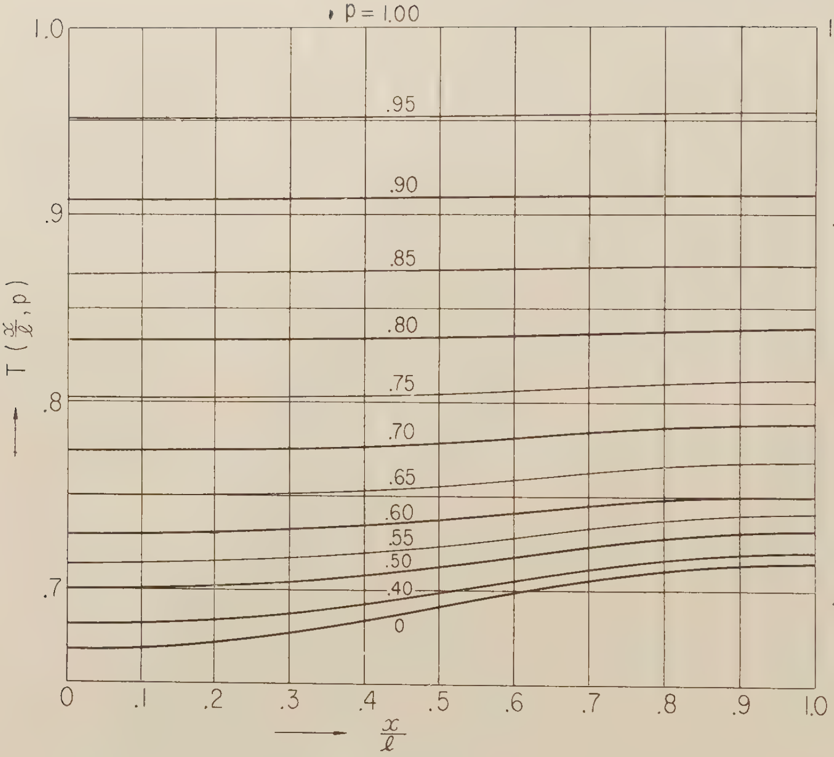
$$G\left(\frac{x}{l}\right)=\frac{1}{n}\left(\frac{x}{l}\right)^7-\frac{3}{5}\left(\frac{x}{l}\right)^5+\left(\frac{x}{l}\right)^3-\left(\frac{x}{l}\right)$$



第 9 図 (a) $R\left(\frac{x}{l}, p\right)=F\left(\frac{x}{l}\right)-p^5 F\left(\frac{x}{l\cdot p}\right)$ 但し $\frac{x}{l\cdot p} \gtrless 1$ のときは $\frac{x}{l\cdot p}=1$ とする。



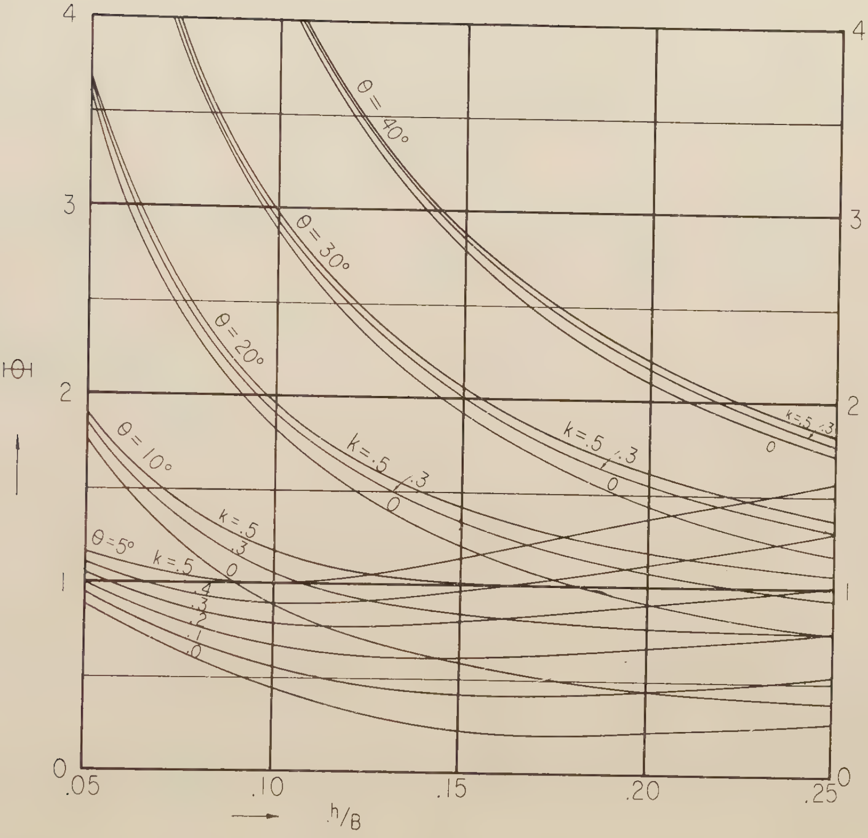
第 9 図 (b) $S = \dfrac{-G\left(\frac{x}{l}\right) + p^7 \cdot G\left(\frac{x}{l \cdot p}\right)}{F\left(\frac{x}{l}\right) - p^5 \cdot F\left(\frac{x}{l \cdot p}\right)}$



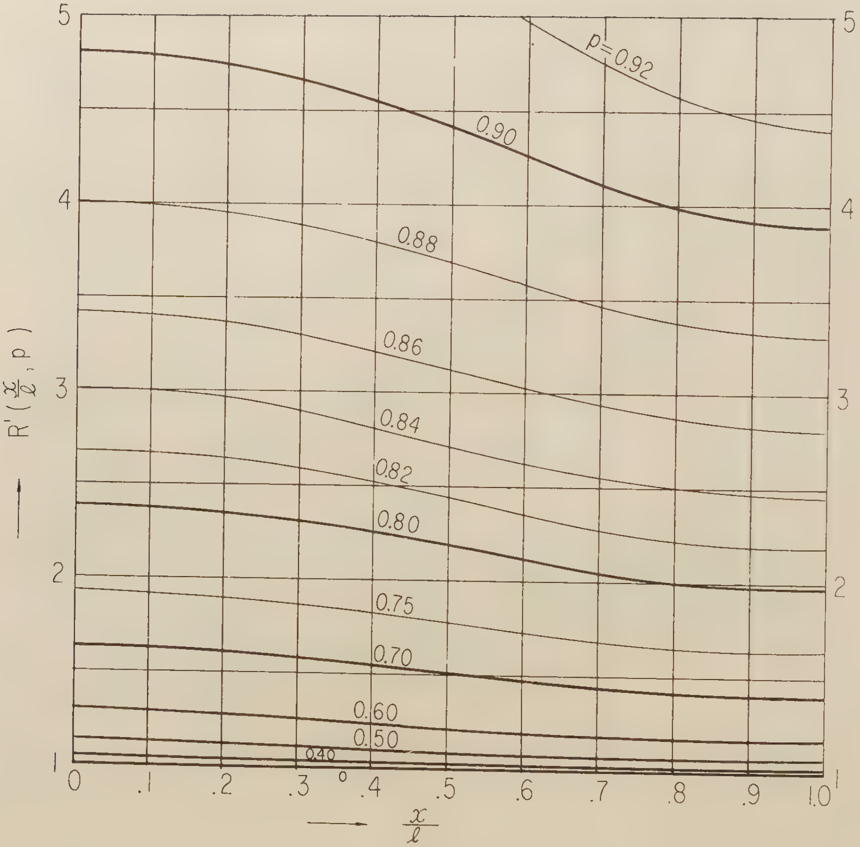
第 9 図 (c)

$$T\left(\frac{x}{l}, p\right) = 1 - \frac{1}{3} S\left(\frac{x}{l}, p\right) + p^5(1-p^2) \frac{F\left(\frac{x}{l \cdot p}\right)}{R\left(\frac{x}{l}, p\right)}$$

但し $\frac{x}{l \cdot p} \nless 1$ のときは $\frac{x}{l \cdot p}=1$ とする。



第 10 図　$\Phi = k \dfrac{\left(\dfrac{h}{B}\right)}{\tan\theta} + \dfrac{1}{2}\dfrac{\tan\theta}{\left(\dfrac{h}{B}\right)}$



第 13 図 $R'\left(\frac{x}{l}, p\right) = \dfrac{F\left(\frac{x}{l}\right) + p^5 \cdot F\left(\frac{x}{l \cdot p}\right)}{F\left(\frac{x}{l}\right) - p^5 \cdot F\left(\frac{x}{l \cdot p}\right)}$

但し $\frac{x}{l \cdot p} \lessdot 1$ のときは $\frac{x}{l \cdot p} = 1$ とする。

遠隔式中層曳網深度測定装置（III型）について

葉 室 親 正　石 井 謙 治

Studies on the Mid-water Telemeter (Gyoken III type)

Chikamasa HAMURO and Kenji ISHII

ABSTRACT

Fishermen operating mid-water trawl must adjust the depth of the mid-water trawl net with the school of fish detected by a vertical type fish finder during the operation.

The author invented the III type mid-water telemeter by which the depth of net is to be recorded on the recording paper of the vertical type finder at intervals of $S=\frac{D}{V}M$ centi-meter with the shifting line of the pen of fish finder.

S ………… the interval of both recording pens (one is the pen of the fish finder. the other, that of the mid-water telemeter)

D ………… the horizontal distance between the trawler and the point right over the net.

M ……… the speed of the recording paper of fish finder.

Moreover, the tesion of warp is continuously recorded on the same recording paper, and the volume of catches can be decided by this record. Figure 7 shows the diagram of these relations of the three types of records.

ま え が き

前号に報告した中層曳網漁具の基礎的研究に引続き中層曳漁具を新たに各種設計製作し、その都度現場において各種測定器を使用してその網成りを計測、大体予期通りの良好な結果を得てきている。これら各曳船の屯数別の漁具については別に漁船研究資料として報告する予定である。それらの漁具の現場実験と併行してIII型の遠隔式中層曳網深度測定装置を考案、試作し、併せて海上現場実験を実施した。概ね良好な結果を得たのでその大要を報告する。別称を中層曳網完全漁撈計とした。

1. 原　　理

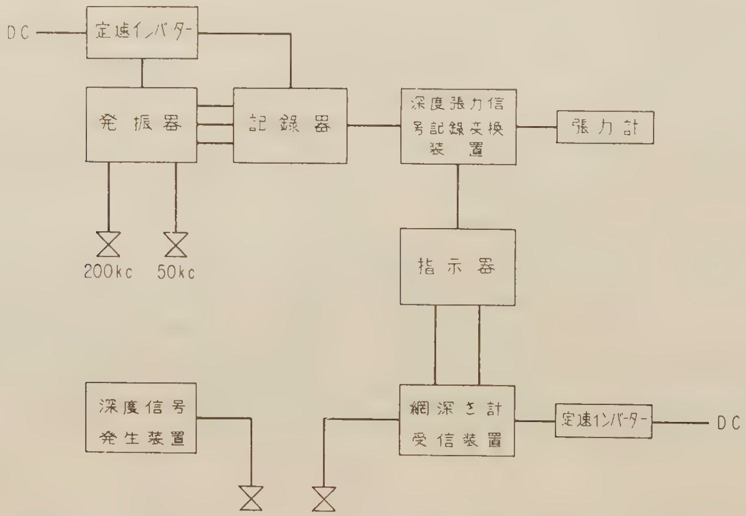
網のある深さを常に曳船に超音波を媒介として伝達するものであつて、これら一連の原理は前号に述べた通りである。しかし、III型がI～IIが型と異なつている点は、これらの伝達された

網の深さを曳船に搭載されてある垂直方向の魚群探知機の記録紙上に、魚群探知機記録と有機的な関係を持たせて同記させたことである。なお、船尾曳索にかかる張力を船尾に張力計を装着することで常時測定し、その測定値を網深さ同様魚群探知機記録器の記録紙上に併記させて、漁網の状態を監視するとともに入網魚量の判定に役立たせようというものである。すなわち、①見て（魚群探知機で魚群を）、②合わせて（魚群の深度と網の深度とを）③漁獲する（張力記録の増加具合でその入網の有無及び量を判定する）ということである。

2. 構　　成

主要構成はⅠ, Ⅱ型と殆んど同様であるが、唯異なる点は深度指示の他に2周波魚群探知機の記録器に網深さ深度と曳索張力とを有機的な関係を持たせて記録させるようにした。なお、使用超音波の周波数は 200 K.C. 又は 50 K.C. とした。

第1図はその構成及び配線の系統の大要を示したものである。

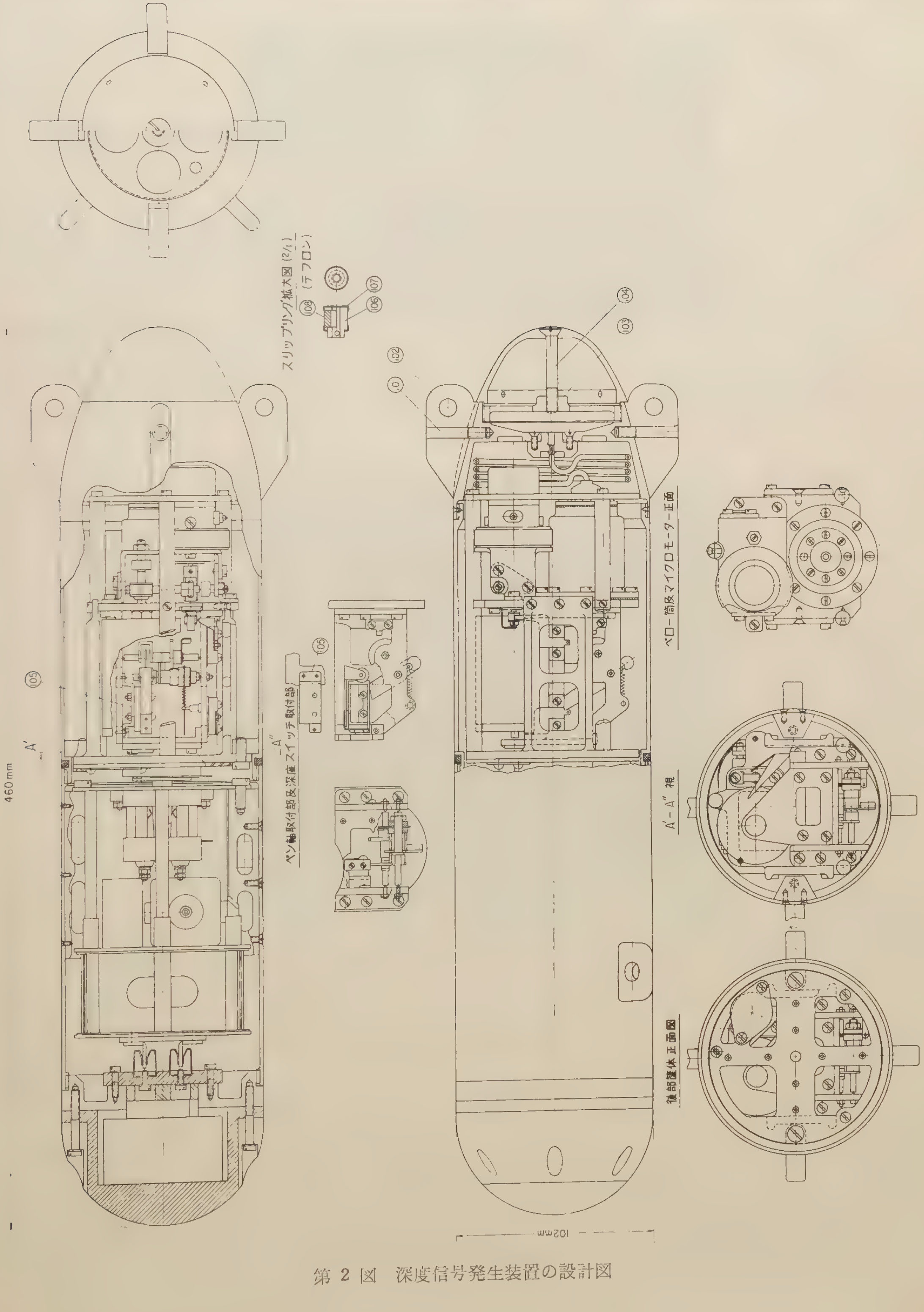


第 1 図　III型の系統配線図

1)　信度信号発生装置

その原理は全くⅠ, Ⅱ型と同様であるが、Ⅱ型より更に小型化すべく、深度スイッチの組み込み及び本体の直径を可及的に小さくするために内部機構の構成に工夫を重ね、信度信号発生装置全体の外径を 102 mm にまで圧縮した。（Ⅰ型は直径が 140 mm、Ⅱ型は 120 mm）。

第 2 図にその設計を示した。なお、深度信号発生装置の超音波指向角の狭さによる受信洩れの点は、筆者が設計した5種類の中層曳網漁具では曳索が船尾から Other Board（1艘曳式の場合）又は船尾から大型手木（2艘曳きの場合）まで鉛直面的に直線となるように設計製作したので、深度信号発生装置を第7図のように装着することで全く心配がなくなつた。



第 2 図　深度信号発生装置の設計図

2) 受波器、受信器、指示器

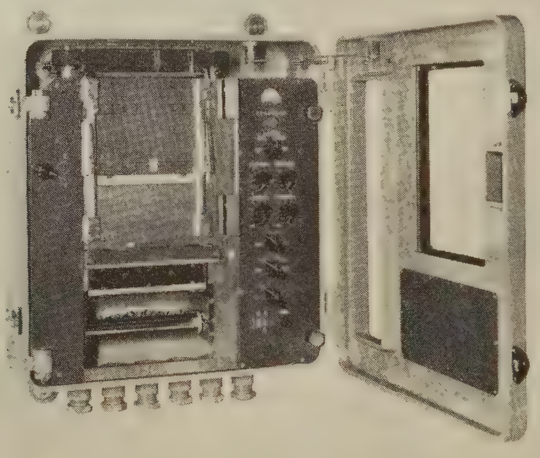
II型と全く同じであるので省略する。

3) 深度張力信号記録変換装置

I，II型は深さを指示計で示したので本装置は不用であつたが、III型は記録式としたので本装置を第1図に示す配列で必要となつた。

4) 記録器

使用した魚群探知機は 200 K.C. と 50 K.C. の2周波垂直方向魚群探知機である。その記録器上に魚群探知記録ペンの摺動線から任意に間隔を調節できるような可動式の網深さ並びに曳索張力記録ペンを配置し、同一記録紙上に魚群、海底並びに網深さ、曳索張力を併せ記録させるようにしたものである。第 3,4 図はその記録器及び指示器と記録器を船橋に装備した処を示し、第5図は記録器の深さ及び張力記録関係の配線図である。

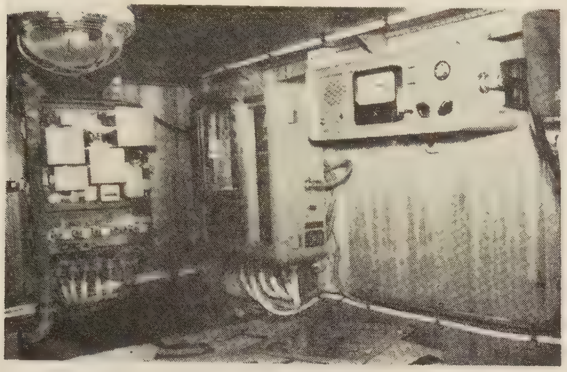


第 3 図 III 型の記録器

3. III 型の記録部とそのねらい

2)，4) で述べたように、魚探記録ペンと網深さ及び曳索張力記録ペンの間隔 (S) を任意に調整できるようにしてある。これを詳しく説明すると次のようになる。すなわち、第6図にみられるように、S はその時の曳索長並びに網の深度、曳網速度によつて変化する。

今 D_m を曳船と網との水平距離とし、$V_{(m/sec)}$ を曳網速度、記録紙の送り速度を $M_{(m/sec)}$ とすると $S_{(m)}$ は次の関係式で求められる。

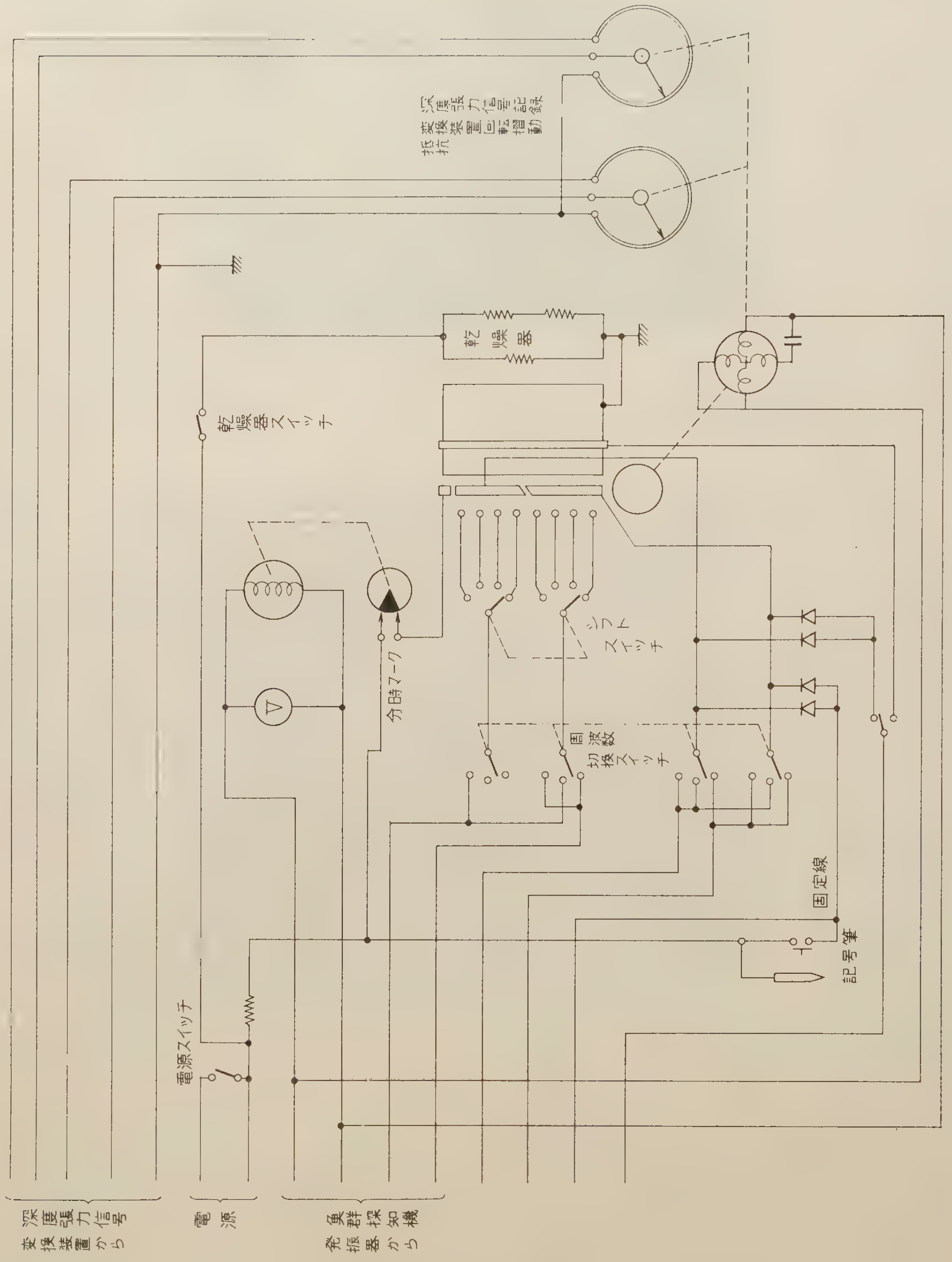

第 4 図　III型の記録器，指示器を装備したところ

$$S=\frac{D}{V}\times M$$

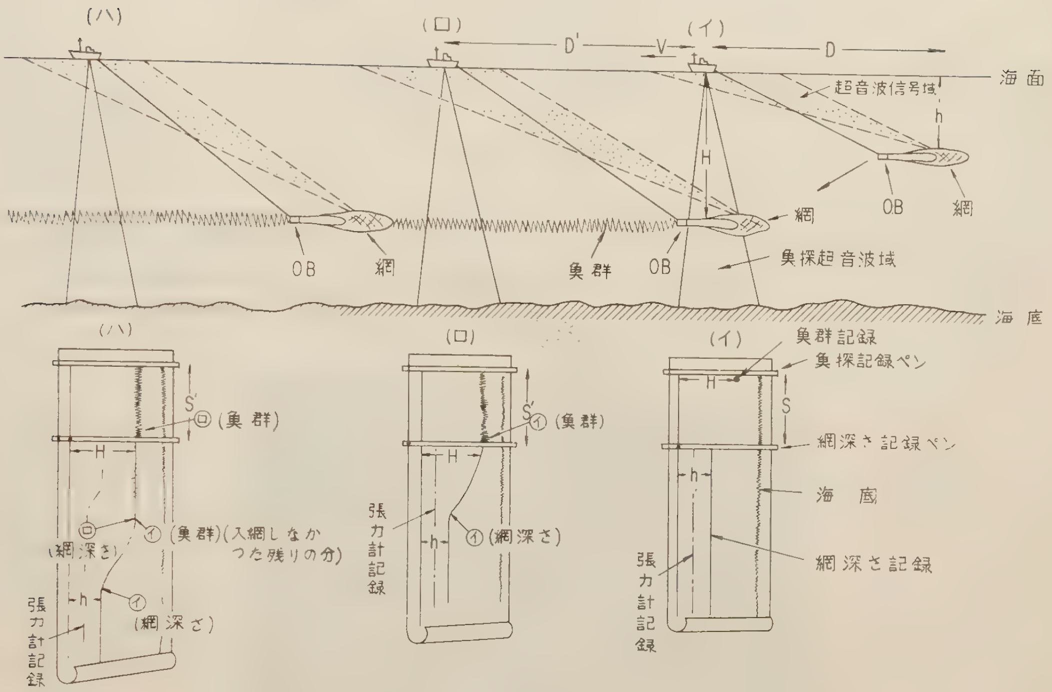
このことは、魚群探知機で探知した曳船直下の魚群（イ）の同一鉛直面上に網が到達するまでの記録紙の進む長さとなる。すなわち、魚群探知機で探知した魚群記録が、同記録ペンから S だけ離れた位置に同魚群記録が進んだ時が、その魚群の存在する位置に網が到達した時ということになる。従つて、もし探知された魚群の深さが H_m で、その時の網深さが h_m であれば、H_m の魚群記録が記録紙上で進んできて、網深さ記録ペンのある位置に到達するまでに、曳索長を加減することによつて網深さを h_m から H_m に調整し、両記録を網深さペン位置に到るまでに H_m で合致させれば、完全に魚群と網とが合致することになる。次に曳索張力は常に漁具の抵抗を記録させるのであるから、漁具の異常の発見及び魚群と網口との合致後の魚の入網の有無及びその大略の量を判定するのに役立つのである。

このようなものを考えた理由は、筆者のここ数年にわたる中層曳網漁具及び漁法の研究によつて確実に又容易に魚群と網の深さとを合致させる方法が必要であるとの結論によるものである。そのためには I，II 型のように網深さを指示計でみながら魚群の存在の深さに網の深さを調節するよりも、両者を同一記録上で見ながら視覚的に操作できるのが最も現場向きであるし、その上網の深さを調節する場合その探知魚群を入網させるには何時までにその操作を終了しなければならないということも確実に併せ知らなければならないからである。

すなわち、折角魚群の存在する深さに網の深さを調節しても、すでにその魚群の位置が通過した後であれば、その魚群の漁獲にはすでに役に立たないことになる。これらのことを間違いなくするためには、各種の諸元を同一記録紙上に記録させ、しかも互に前記のような有機的な関係に置くのが最もよいと考えたからに他ならない。又両者を有効期間中に合致させた後も果して入網したかどうかも知らなければ現場作業としては心もとない。すなわち、魚群深さと網深さとが完全に一致したとしても両者に水平面的のずれがあれば魚を入網させることはできまい。この成果をチエツクするには張力記録を併記させることで充分解決される訳でるあ。


深度張力信号記録
変換装置回転摺動
抵抗
乾燥器
乾燥器スイッチ
分時マーク
シフトスイッチ
周波数切換スイッチ
固定線
記号筆
電源スイッチ
深度張力信号変換装置から
電源
魚群探知機発振器から

第 5 図　記録器の配線図



第 6 図　記録部の説明図

端的に云えば、投網作業を終り曳網過程に入つた後は、唯この記録を監視して、魚群記録と網深さ記録とを常に合致させるよう操作することだけで魚を獲ることができ、また張力記録によつてその入網魚量の大略を判定して揚網の時期を判定してゆくという、所謂計器漁法の実現の一歩を印す意味を持たせたつもりである。

4. III 型を有効に使用するための他の設備についての考察

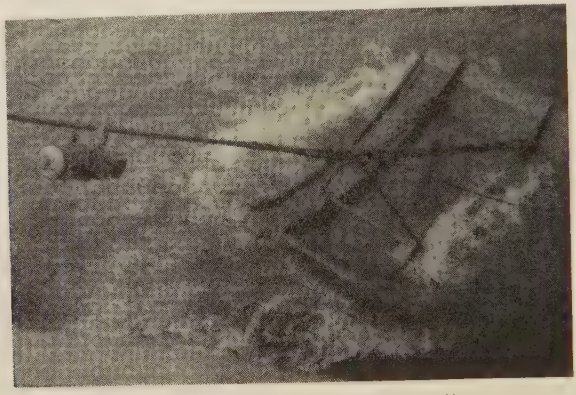
前号で述べたように、曳網中の網の深さの調整は曳網速度の増減による方法を極力避け、曳索長の伸長、短縮で実施するのがよい。そこで従来のような Winch では船橋から Winch 側に指令して Band brake を開放した後、曳索の伸縮を実施させねばならず、その伸縮量も船橋で記録に現われた網深さをみながら指令することになり、到底微細なまた早急な調整は困難になる。そこで将来是非実現したいことは、これら Winch の操作をすべて同記録器附近で実施できる One hand remote control 方式にしなければならないということである。

なお、この Winch の配置も従来のような配置でなく、前号に記載したように Stern trawler type にすることが最も適当と考える。

5. 実験 結果

昭和35年6月葵漁業所属の第1清寿丸（1,129屯、1200馬力大型トローラー）で筆者が設計した中層曳漁具（網．Depressor．Otter Boards）を使用して東支那海において操業試験を実施した。その時の深度信号発生装置の装着状況を示したのが第8図である。又35年9月徳島水産所属の第53,55徳広丸（91屯、320馬力、C.P.P装備の2艘曳機船底曳船）で博多湾沖合において、同じく筆者が設計した2艘曳式中層曳網で実験し、ともに良好な成績を得た。

なお、同船は9～10月の操業航海でⅢ型を使用してグチの漁獲に好成績を収めた。



第7図 信度信号発生装置の装備状況

あとがき

現在更に研究をすすめ、F.M.方式を採用することで、発生装置その他をより小型化し製作費の可及的な低下をねらつて研究しており、今春頃にはその現場実験ができる段階に到つているので、次号にはⅣ型として発表できると考えている。本装置製作に協力載いた古野電気株式会社並びに同社藤原潤一氏並びに柳計器株式会社の新発田新三郎氏に感謝の意を表する。

可変節プロペラーを装備した２艘曳機船底曳船での曳網試験──(I)

葉室　親正

Studies on the Various Characters of the Two-Boat Type Trawler with the Controllable-pitch Propeller in Her Sailing and Towing

Chikamasa HAMURO

ABSTRACT

The trawler is equiped with a controllable-pitch propeller, which is effective to promote efficiency in the propulsion of sailing and towing.

The controllable pitch propeller for the trawler is very useful for the hand operated type, and it is simple and stout in construction, and cheap in cost.

The use of the controllable-pitch propeller promotes the speed and towing capacity of the boat and saves the fuel in the sailing and fishing operation.

The main engine's capacity of No. 8(No. 10) Tokuhiro Maru equipped with the controllable-pitch propeller is 320 HP. The author experimented on various characters of the controllable-pitch propeller by the boats.

The velocity and thrust, in towing, were limited to 2.5 Kt, and 2550 Kg (300 r.p.m), when equipped with the fixed-pitch propeller (P=880 mm), and the mount of consumption of fuel was 41.5 Kg/hr. But when equipped with this controllable-pitch propeller (P=743 mm), the thrust had 2600 Kg in 4.0 Kt, and the mount of consumption of fuel was only 41.5 Kg/hr (350°C).

While in the sailing, the velocity was 10.8 Kt and the mount of consumption of fuel was 60 Kg/hr (400°C), when quipped with fixed-pitch propeller.

When equipped with controllable-pitch propeller, the velocity of the boat was 11.5 Kt and the mount of consumption of fuel was 51.5 Kg/hr (400°C), accordingly, the fuel consumption decreased by about 8.5 Kg/hr.

The construction of this hand operated type's controllable-pitch propeller is shown in Figure 2. 3.

ま　え　が　き

底曳網漁船の曳網能力は、その搭載されている主機関の馬力の大小によつて必然的に左右される。なお、その曳き力は網の規模とその曳網速度との組合せによつてなる。

戦後、２艘曳機船底曳網漁船に搭載されていた主機関の種類は、焼玉機関がその大部分を占

めていたのであるが、次第にディーゼル機関に換つてきた。また、その馬力も 200 馬力程度のものから現在では 300 馬力或いはそれ以上のものになつてきた。それのみでなくスーパーチャージャーを装備していやが上にも主機の性能を高める手段が取られてきたのである。

このような傾向はどのような理由によつたものであるかと云えば、漁場の移動または漁場の往復時の敏速化がその主目的であつたようであるが、結果的には曳網速度の増加にもなつてきた。すなわち、終戦時には曳網速度が殆んど 2.0 Kt 以下であつたものが、現在では平均 2.3～2.5 Kt で速いものは僅かではあるが 3.0 Kt にも及んでいるものもある。

しかし、推進器そのものに関しては一向に考慮されなかつたようである。船は独航する場合と、物を曳いて航走する場合とでは、推進器のピツチは当然その各々の場に適応して変えるべきである。筆者は昭和 27年頃から機会あるごとにそのことを提唱してきたのであるが、その第一陣に大洋漁業長崎支社において油圧式の可変節プロペラーが 2 艘曳機船底曳網漁船に装備された。

その直後、可変節プロペラー装備船での曳網実験の依頼があつたが、時間の余裕がつかず当時は見送らざるを得なかつた。しかし、それも昭和 35 年 11 月第 73, 75 東海丸でその実験を終了した（これは次号に発表する予定である）。その後徳島水産株式会社所属船第 8, 10 並びに第 53, 55 徳広丸に手動式可変節プロペラーが装備され、この実験を 35 年 7 月 9 日に実施した。

そもそも筆者が底曳船に可変節プロペラー装備を提唱している理由には次のものがある。

① 漁場往復時と曳網時との各々の異なつた目的を能率よく発揮させる。すなわち、前者はより速く、後者はより力強く曳き力を発揮させ、しかも機関の状態を良好に保ち、しかも無理を与えず燃料消費をより経済的に運転するため。

② 曳網能力を主機関能力に応じて充分発揮させる。これは必然的に現在の網の規模を可及的に大きく、また曳網速度を 3.5 Kt 及びそれ以上に増大させる。

可変節プロペラー装備の利点としてよく云われているような、

① 燃費の節約

② 操船の便利

③ クラツチ等の装備の不用

等は飽迄従的なものであつて、筆者はこれらだけのために可節節プロペラーを装備することには賛意を表しかねる。すなわち、漁船は飽迄漁獲能力の向上にその目的を向けるべきであるということから、①～③ までは可変節プロペラー装備の主目的としては的を外れたものと考える。

次に可変節プロペラー装備の条件としては、機構が出来るだけ簡単であつて、堅牢を第一番として考えるべきである。また製作費が可及的に安価であり、新造船に対しても、現業船に対しても容易に改装が出来ることが好ましいのである。

つまり、操船に可変節プロペラーを利用するには、推進器の回転中に変節を実施しなければならぬことになり、その強度及び変節のために要する力もより強力なることを必要とする。

そのためには機構も復雑となり製造価格もより高くなり、故障の発生も多くなることになるであろう。もちろん、これらのより高度の性能のものがより安く提供されればこれに越したことはない。

従つて、筆者等は底曳船には推進器を停止した時に実施する手動式の簡単な可変節プロペラーで充分と考え、昭和34年秋徳島水産株式会社が新船を建造するに当り、底曳船としてあらゆる点で優れている模範船をとの主旨で筆者等と討議した際、推進器に関しては筆者年来の持論である可変節プロペラー装備を提唱し、同社もその主旨に賛意を表わし、漁船研究室、徳島水産、池貝鉄工KKとその機構性能につき討議して前記のような手動式簡易可変節プロペラーを池貝鉄工の設計で完成、第8, 10徳広丸を第1船として順次装備してきているのである。その後この手動式可変節プロペラー装備船は益々増加しつつある状況である。

ここでは第8, 10徳広丸及び第53, 55徳広丸での実験結果を報告する。

1. 実験の概況

イ) 実験船

第8, 10徳広丸

総噸数	91 屯
主機関	320 馬力内燃機
回転	410 r. p. m

第53, 55徳広丸

総噸数	97 屯
長さ	27.5 m
主機関	320 馬力内燃機
回転	400 r. p. m

推進器関係(第8, 10, 第53, 55徳広丸共通)

Dia.	1550 mm
基準ピッチ	880 mm
ピッチ比	0.568
全面積	1.885 m^2
展開面積	0.707 m^2
展開面積比	0.375
ボス比	0.258
翼厚比	0.0467
翼数	3枚
材料	マンガン青銅

いずれも手動式可変節機構のものである。

第1図 第8徳広丸

ロ） 実験日時

昭和 35 年 7 月上旬、同年 9 月上旬であり、両者とも博多湾沖合で実施し、海況は至極平穏であつた。

ハ） 実験の内容

（i） 独航試験

（ii） 推力とピッチとの関係を求める試験

(イ) 繋留運転試験

(ロ) 喧嘩曳き試験

両船互に 200 m 程度のワイヤーで曳き合い、速度と張力の各種の組合せのもとにおける推進器のピッチ、回転数、燃費、排気温度等を測定し、その能力性能を知るための実験であり、一応筆者は喧嘩曳きと呼称した。

(iii) 曳網試験

曳網時の両船間隔と曳網速度を任意に変えこれらを互に組合せて、最も良い網成りを現出するための曳網条件（曳船間隔と曳網速度）を求めるためのものである。

この求められた曳網条件を実施するための推進器のピッチ及び回転数は、最も経済的に且つ主機の調子の良いものを (ii) によつて追及する。

2. 手動式可変節プロペラー装置

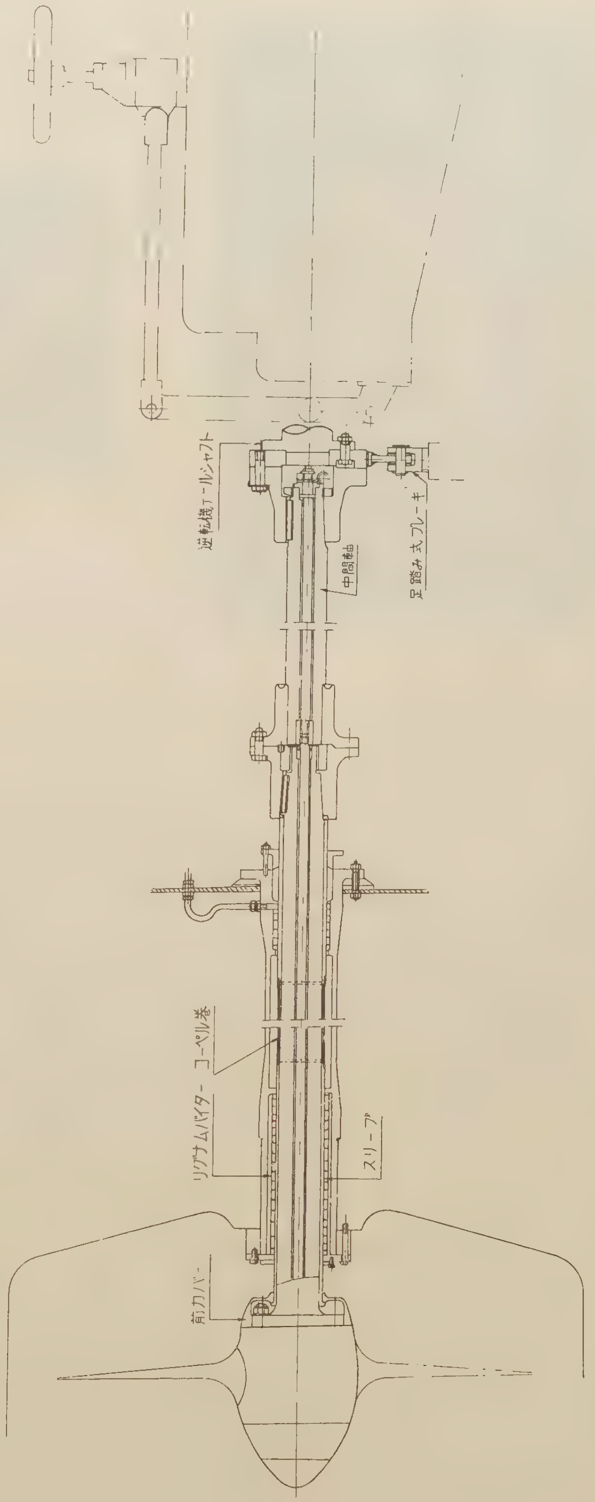
底曳網漁船に可変節プロプラーの装備を提唱する主な理由は、独航時と曳網時とではその課された目的が全く異なるので、その各々に於いて最良の能率を発揮させるために、すなわち独航

時にはピッチを大きくして回転数を減少させ、航走速度の増大と燃料消費の軽減を計り、曳網時にはピッチを小さくして回転数を増し曳網力の増大を計るにある。

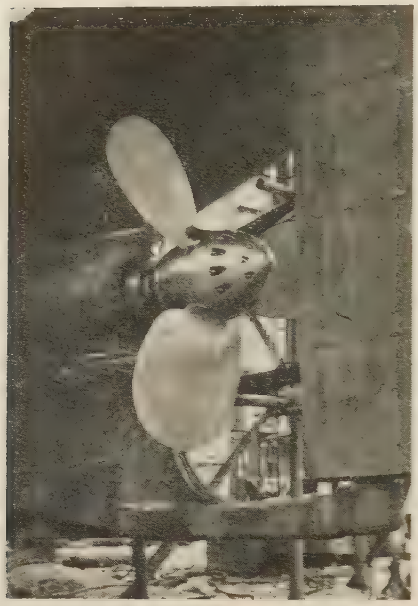
底曳船の場合、独航時の最良の推進器ピッチと曳網時のそれとが二種調整出来れば最少限にはその目的を達することができる。

従つて、出港時に推進器ピッチを独航時のそれに合わせ、漁場到着時にはいずれにしても推進器の回転を投網のために停止するのであるから、その停止時を利用して曳網時のピッチに合わせれば足りるのである。そこで構造が堅牢で簡易なしかも製作費の安い手動式にした訳である。

しかし、漁具の種類は南の漁場、北の漁場或いは対象とする魚種によつて異なるので、その曳網条件も異なつてくる。また最近の漁具の変化は日進月歩の状態であるので、唯一つの曳網時の推進器のピッチ（すなわち有段式のもの）だけでは、将来事足りなくなることが考えられる。そこで手動式ではあるが推進器ピッチは無段式に任意に変えることが可能のものとしたのである。第2図はその機構の概略を示したものである。

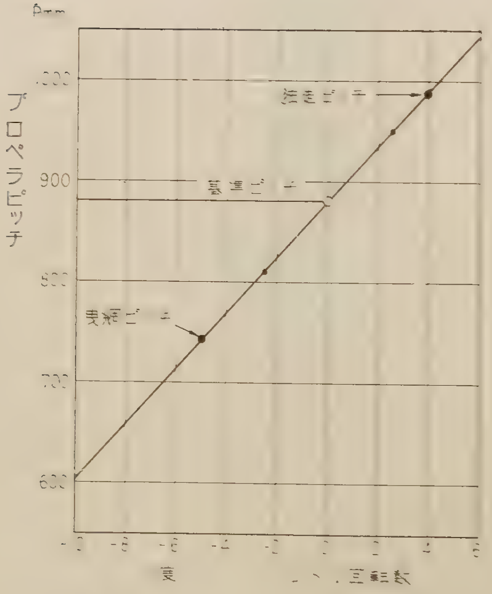


第2図　手動式可変節プロペラーの構造



第3図 第8海工丸に装備された可変翼プロペラー

第4図 ピッチ変更のキャプスタンにある
ピッチ変更ハンドル差込口



第5図 度数とピッチとの関係

ピッチの変更は試験の際に先ず推進器の回転を停止し、第4図に示したキャプスタンにある開孔部に出ている伸縮可能のウォームギヤーの軸に手動ハンドルを差し込み、ウォームホイールを持つ目盛盤についている指針によって推進器のピッチを調整する。この場合の指定は度数によって表示される。その度数とピッチの関係は第5図に示す通りである。

最小ピッチは0. 最大ピッチ1200 mmであり、度数では $-14^{\circ}\sim+5^{\circ}$ である。

3. 実　験　結　果

A) 基　礎　試　験

(i) 独　航　試　験

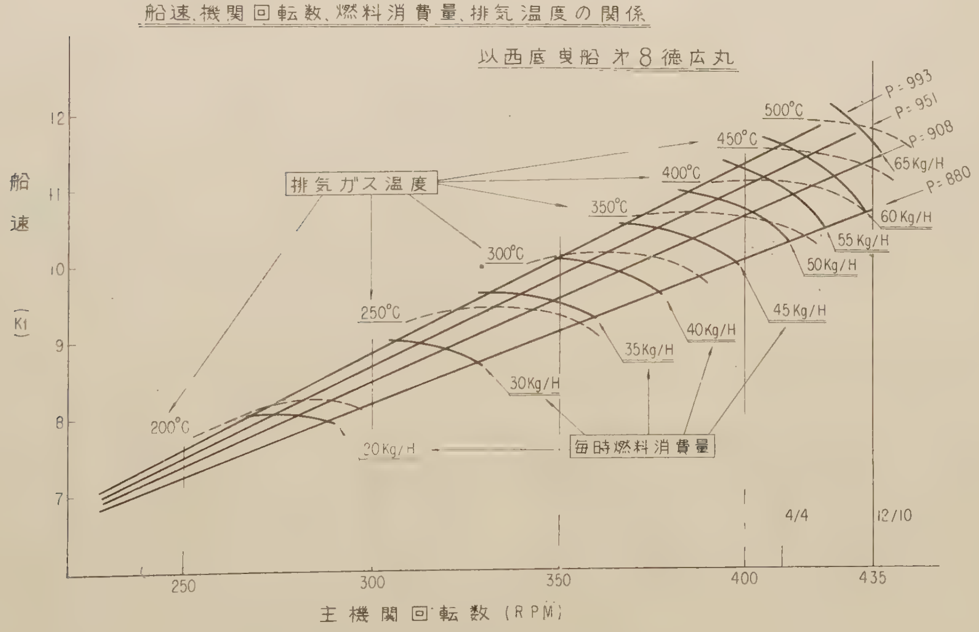
基準ピッチ 880 mm と 908 mm, 951 mm, 993 mm の各ピッチ毎に最高 435 r. p. m (12/10) まで 4/4, 3/4, 2/4, 1/4 の負荷で、博多湾内の浬ポスト間を航走し、その時の燃費、排気温度、速度等を測定した。それを図示したのが第6図である。

同図に示すように、基準ピッチ 880 mm, 4/4 の負荷で航走した時の速度は 10.4 kt であり, 12/10 の過負荷で航走した時は 10.8 kt であつた。次に 993 mm のピッチで 12/10 の時のしかも 880 mm 12/10 の時の排気温度 (400°C) と同じ回転にするとその速度は 11.3 kt となつた。更に排気温度を 450°C で押えて回転を上げると 450 r. p. m で速度 11.6 kt が得られた。

次に基準ピッチ 880 mm と 993 mm の場合の速度を 10 kt で比較したのが第1表である。

第　1　表

ピッチ ＼ 項目	速　度	機関回転数	排気温度	燃　費
880 mm	10 kt	395 r. p. m	320° C	44 kg/hr
993 mm	〃	345 r. p. m	295° C	39 kg/hr



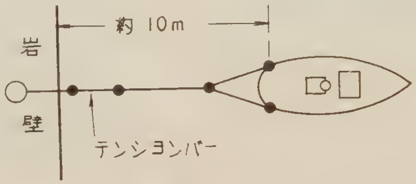
第 6 図

第1表に見られるように、独航時には燃費の点からも、機関の寿命特にピストン、ライナー等の摺動部の耐摩耗性からも 993 mm のピッチが、基準ピッチ 880 mm（現在の底曳漁船の固定ピッチプロペラーのピッチに近似）より遙かに有利であると云える。

（ii） ピッチと推力との関係

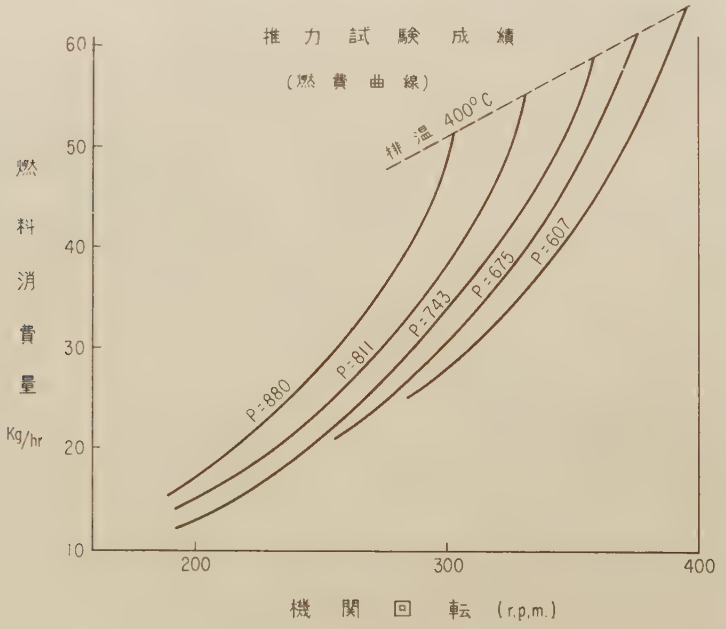
（イ） 繋留運転試験

第8徳広丸の繋留運転試験結果を示したのが第8図と第2表である。基準ピッチ 880 mm より順次ピッチを減少させた時の推力を測定した。測定方法は岸壁より約 10 m ぐらいはなした所にワイヤーで船を繋留させ、ワイヤーの途中にストレンゲーヂを張りつけたテンションバーによつて試験を行なつた。



第 7 図

エンヂンの出力は排気温度を 400°C におさえるために独走時の排温 400°C の時の燃料ポンプ吐出量と同じにするため燃料ポンプのラツク目盛を一定にして行なつた。試験結果は ワイヤ



第 8 図 推力試験成績

ーと船の軸心とが常に一直線にならなかつたり、岩壁よりの波のかへしの影響もうけているので正確なものとは云へないが、第2表の如き結果を得た。以上の結果ピッチ 743 mm の時の発生推力が予期以上の値となつているので曳網ピッチは 743 mm が適当と考えられた。

第 2 表　燃料ポンプラツク目盛一定の時のプロペラーピッチと機関回転数と発生推力の関係

項目 / プロペラピッチ mm	機関回転数 r. p. m	発生推力 kg
880	300	2600
811	330	3100
743	360	4300
675	380	4600
607	400	4650

(ロ) 喧嘩曳き

可変ピツチプロペラー装備船での最良の曳網ピツチと回転数とを求め、併せて装備船の最大のしかも経済的な曳網力等を求めるために考えた方法であつて、第9図に示すように曳船自体

第 9 図　喧嘩曳き

第 3 表　第 53, 55 徳広丸による索引力と速度

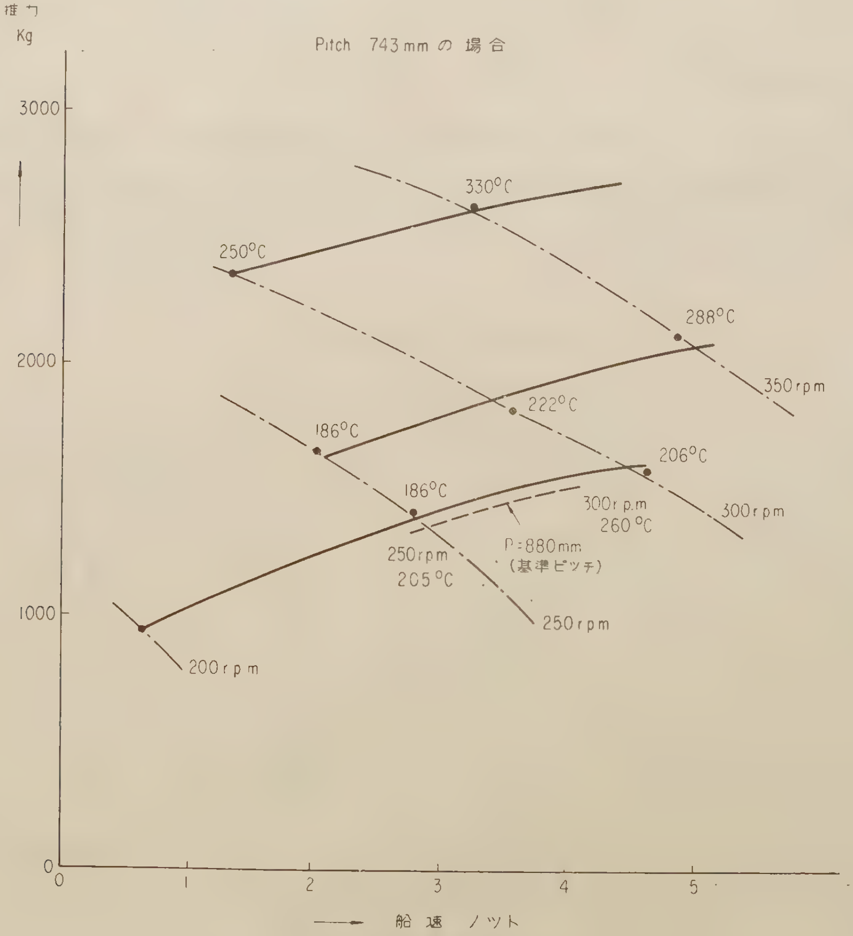
船名 / 項目 / 回転数	第 53 徳広丸 (ピッチ 743 mm)			第 55 徳広丸 (ピッチ 690 mm)
	推力	速度	排気温度	回転数
200 r. p. m	950 kg	0. 675～0. 53 kt	150° C	200 r. p. m
250	1, 440	2. 25, 2. 64, 2. 83	186	〃
300	1, 600	4. 8～4. 67	206	〃
350	2, 200	5. 4, 4. 6, 4. 6	288	250
300	1, 800	4. 83, 3. 95, 3. 5	222	〃
250	1, 640	2. 75, 1. 85, 1. 26	186	〃
300	2, 360	1. 54～1. 05	250	300
350	2, 650	3. 1～3. 35	330	〃
	(ピッチ 880 mm)			(ピッチ 690 mm)
250	1, 200, 1, 400	3. 15, 3. 05, 2. 65	205	
300	1, 500, 1, 550	3. 2～4. 2	260	

が動くので、(イ)のような岩壁繋留運転試験と異なり、実際に即した値が求められる。

すなわち、両船互に船尾を向け合い、約 200 m 程度のワイヤーで互に船尾を連結して、測定船でピッチ、回転数を変えてゆき、負荷船に任意のピッチ、回転数を指示することで、測定船に負荷させ、その都度の測定船の船速、ワイヤー張力、燃料消費量、排気温度等を測定してゆく。

今回は第 8 徳広丸において、岩壁繋留運転試験を実施してあり、その結果概ね最良の曳網ピッチ 743 mm が得られていたし、時間的余裕も少なかつたので、第 53, 55 徳広丸についての喧嘩曳きはピッチ 743 mm だけで実施した。実際は各ピッチについて実施する予定であつたが、これは第 73, 75 東海丸（大洋漁業 KK 所属 94.94 屯 2 艘曳機船底曳網漁船、シエツフル油圧可変節プロペラー装置）で実施したので次号と参照されたい。

測定値を第 3 表に示す。



第 10 図

第 10 図は第3表に示した諸測定値を図示したものである。

同図でみられるように、ピッチ 743 mm で実施した範囲内で、しかも使用限度である排気温度 400°C までの試験は時間的にできなかつた。従つて、最高の推力、速度を求め得なかつたが、少なくも 4.0 kt 若しくは 4.5 kt で 2670 kg, 2730 kg 以上の能力は発揮できることが判る。同図に示した破線は基準ピッチ 880 mm の場合のものである。

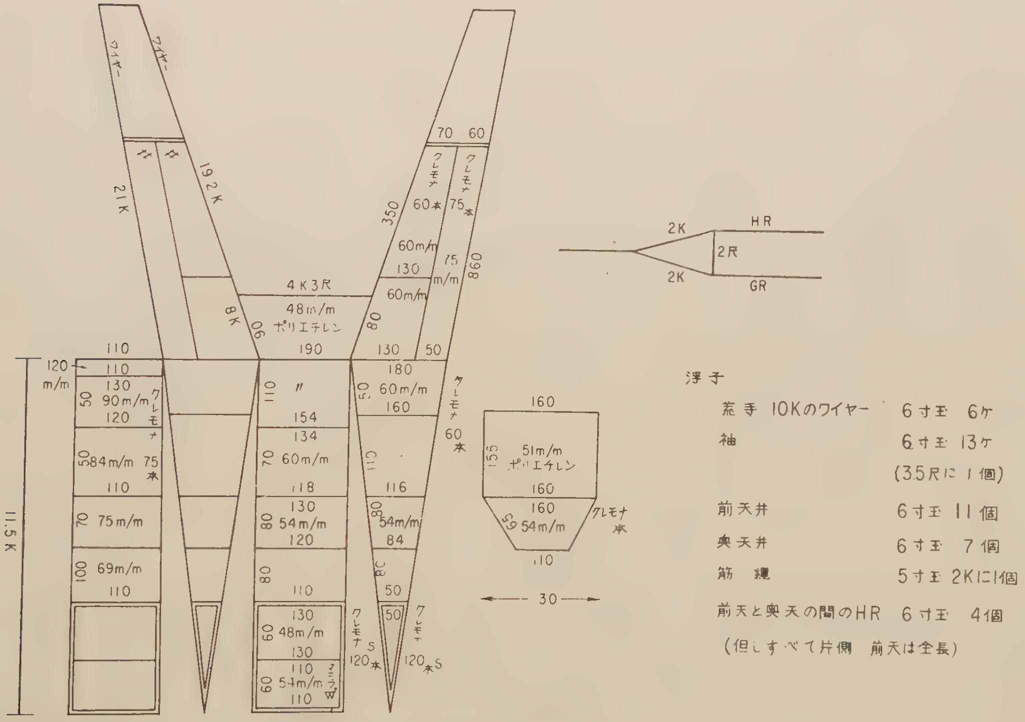
B)　曳　網　試　験

曳網試験は第 8, 10 徳広丸で昭和 35 年 7 月 6 日博多湾沖において実施した。当日の海況は至極平穏であつたが、潮流が若干あつたが曳網はすべて連れ潮で実施した。なお、試験漁場の水深は約 70 m で底質は細砂であつた。

i)　漁　　具

(イ)　網　漁　具

その概略は第 11 図に示す。この網の特徴は筆者がかねて提唱してきたように、脇網の目合を対称部の天井網の目合より大目にしてある点である。しかし、なお その採用も第 1 反目だけに留めてある点は未だしの感がある。



第 11 図　網　漁　具

(ロ) 曳　索

網　側　340 m　マニラホーサー

船　側　600 m　4.5分径ワイヤーロープ

ii) 測　定　値

曳網実験に使用したピツチは 755 mm で、回転数は 200 r.p.m, 250 r.p.m, 300 r.p.m であつた。その詳細は第 4, 5 表に示す通りである。

第 4 表　測　定　値

項目 ＼ 曳船間隔 / 実験番号	200 m			300 m			400 m		
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
主機回転数	r.p.m 200	250	300	200	250	300	200	250	300
曳船速度	1.36 kt	2.3	2.95	1.27	2.08	2.82	1.12	2.0	2.68
曳索の張力	870 kg	1280	1850	940	1300	1980	980	1420	2050
天井中央高さ	4.0 m	3.4	2.85	3.9	3.0	2.65	4.0	2.9	2.3
天井脇高さ	3.5 m	2.75	2.15	3.25	2.45	2.15	3.15～3.2	2.4	2.0
手木部の高さ	0.5 m	0.45	0.4	0.5	0.45	0.4	0.5	0.45	0.4
袖高さ	2.0 m	1.7	1.1	1.8	1.5	1.1	1.8	1.5	1.0
手木間隔*	40m			43m			46m		

* 印は作図から求めた推定値

第 12 図は速度別の各網高さと曳船にかかる張力の変化を図示したものである。

第5表　第8, 10 徳広丸操業試験成績

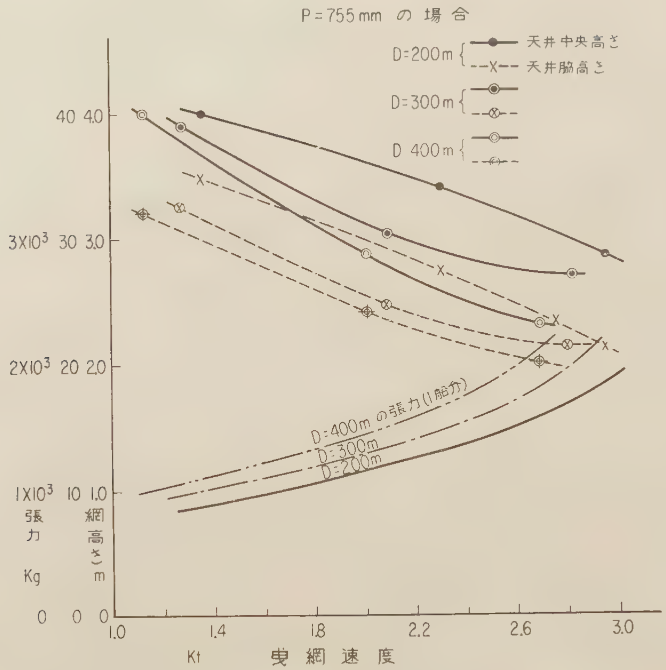
第八徳広丸

		ピッチ 755 mm (ハンドル −5 回転)									基準ピッチ 880 mm
曳網間隔		200 m			300 m			400 m			300 m
r. p. m		200	250	300	200	250	300	200	250	300	200
最高圧力 P max kg/cm²	1	53	52	55	50	52	55	52	55	56	50
	2	52	53	53	50	53	54	50	53	54	49
	3	52	53	54	50	52	52	52	53	54	49
	4	53	54	54	52	52	54	51	54	54	49
	5	53	52	55	53	54	55	53	54	54	50
	6	53	52	52	50	53	52	54	54	53	51
排温 tg °C	1			259			259		215	270	
	2			260			252		209	264	
	3			272			260		218	272	
	4			273			261		214	271	
	5			274		195	260	172	218	271	
	6			263		195	246	174	221	270	
ラック mm	1	13	15	16	12.2	14	16.2	12.5	14.2	17	13.5* (注)
	2	13.5	15	17	13	14.5	16.2	12.5	14.2	17	14.5
	3	15	16.5	18.5	13.5	10	18.2	14.5	16.1	18.5	15
	4	14	15.5	17	13.2	15	17.2	13.2	15	17	15
	5	13	15	17	13.2	14.5	17	13	15	17	15
	6	13	14.5	16	12.5	14	16	13	14.2	17	14
船速		1.36	2.3	2.95	1.27	1.99	2.82	1.12	2.0	2.68	1.70
水温		(シリンダー	出口)	36〜38	32〜34	34	35〜36	34	34〜38	34〜36	
油 出口 °C				45	46	46	48	47	48	49	
油 入口 °C				28	28	28	28	28	28	28	

(注) 網をひっかけたので以後の試験を中止した。

第十徳広丸

		200 m 200	200 m 250	200 m 300	300 m 200	300 m 250	300 m 300	400 m 200	400 m 250	400 m 300	基準 300 m 200
最高圧力 P max kg/cm²	1		59				54			55	55
	2		53				55			55	52
	3		53				51			50	52
	4		48				53			54	53
	5		55				55			56	55
	6		54				55			55	55
排温 tg °C	1	144	190	250	160	190	242	155	188	255	172
	2	150	205	262	166	200	255	—	190	266	178
	3	154	204	259	162	208	258	—	201	265	185
	4	150	200	257	160	205	258	—	196	270	172
	5	160	210	275	170	213	265	—	203	272	180
	6	155	205	264	165	209	263	—	208	276	180
ラック mm	1		16	18.5	13.5	16	18	14.5	16	19	15.5
	2		15	18	12.5	15	17.5	12.5	14.5	18	15
	3		16.5	19.5	14.5	16.5	19	14.5	16.5	19.5	16
	4		15.5	18.5	13.5	16	18	13	15.5	18.5	14.5
	5		15	18	13	15	17.5	13	14.5	18	19
	6		16	19.5	14	16.5	18.5	14	16	19	16.5
水温				35			36			36〜38	30
油 出口 °C											
油 入口 °C											



第 12 図　網の速度，曳船間隔別による網高さ，曳索張力の変化

次にこれらの諸測定値から網の能率指数（漁研技報第 10 号を参照）を求めると第 6 表のようになる。

第 6 表　網の能率指数

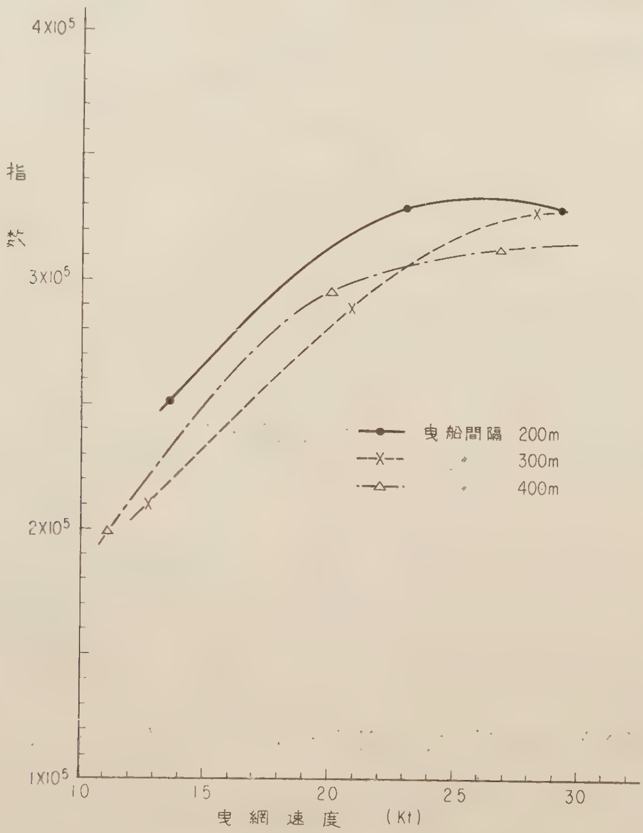
曳船間隔	200 m			300 m			400 m		
実験番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
主機回転数 r.p.m	200	250	300	200	250	300	200	250	300
曳網速度 kt	1.36	2.3	2.95	1.27	2.08	2.82	1.12	2.0	2.68
能率指数	2.5×10^5	3.3×10^5	3.3×10^5	2.1×10^5	2.9×10^5	3.29×10^5	1.99×10^5	2.96×10^5	3.13×10^5

第 13 図に能率指数曲線を示す。

第 13 図から各曳船間隔別の最良曳網速度を求めると第 7 表のようになる。

第 7 表

曳船間隔	200 m	300 m	400 m
適速	2.6 kt	2.8 kt	2.7 kt



第 13 図 網の能率曲線

これらのうち網の側面的形状から、どの曳船間隔がより良好であるかを判定すると、まず曳船間隔 200 m の場合は天井脇と前天井前縁中央部との高さの差が大に失する。このことは天井網部の横方向その他の振れが生ずる恐れがあり、また天井網の後方傾斜が急であるという欠点も生じ、漁獲の性能からみて芳しくない。次に 300 m—2.8 kt は、400 m—2.7 kt の場合と同様に、天井前縁中央部と天井前縁脇部との差高も適当であり、両者いずれもこの点では良好であると考えられる。しかし、能率曲線からみて両者を比較した場合、その絶対値の大きい 300 m—2.8 kt をとるのが妥当であると考えられる。

この両者の使いわけは、その対象とする魚族の生態によつて実施すべきものと考える。したがつて、本網の使用条件としては

曳船間隔　300～400 m

曳網速度　2.8～2.7 kt

が適正なものとなろう。

この場合は、網中の流速低下量は測定結果によれば 0.5 kt で、従来のものより若干大きい。このことは順潮曳網であつたので、若し上潮と底潮が異なり、また後者が前者より速いような場合であつたとすれば、この網中流速の真の低下量は前記のものより若干大きくなるであろう。このことは従来の手繰網より更に劣るといわねばならない。これは前にも少し述べたように上網地と脇網地との目合の差のつけ方が第1反目だけに限られ、第2反目からは従来通り同一の目合を採用していることにその主たる原因があり、併せて第1反目の目合の大きさの差が小さすぎることにもある。すなわち、脇網の第1反目の目合が 60 mm となつているが、これを今少し太目として 66 mm 程度にすれば網中流速の低下量も更に減少し、網高さも更に高くなつたと思われる。なお、使用された手木の長さが僅か2尺であつたが、今少し長くすることが考えられてよい。

以上の測定は、曳船の右舷後方 10～15° から潮流を受けていたと思われるので、対地速度は対水速度を上回つていた筈である。従つて、曳索にかかる張力はやや大きくなつている筈である。

300 m→2.8 kt の際のプロペラーピッチ 755 mm, 回転数 300 r.p.m 及び 400 m→2.7 kt の際のプロペラーピッチ 755 mm, 回転数 300 r.p.m では潮が逆の場合には力が不足し、順潮でしかも更に速い場合は速すぎることになる。これは現場の海況に応じて回転数を増減させるのが適当と考える。

要するにこの網の最良曳網条件は、曳船間隔が 350 m で曳網速度が 2.7 kt の程度がその中心条件と云えるであろう。この場合の1曳船にかかる張力は約 2000 kg であるから、第 8, 10 図からみて、プロペラーピッチ 755 mm で 260 r.p.m 程度の回転で曳網すれば良いということになるようである。次にこの本船で可変節プロペラーを使用した場合の可能な最大曳網速度及び漁具の規模はどのようなものになるかが今後必要な項目となる。

第10図でみられるように、3 kt の場合で、2560 kg, 3.5 kt で 2620 kg, 4.0 kt で 2670 kg, 4.5 kt で 2730 kg の推力が得られ、大体 4.5 kt, 2730 kg の場合で排気温度が 400°C を若干越える程度であるとみられる。一方、従来のように固定節プロペラーで主機関 320 馬力程度の場合には 3 kt で推力約 2500 kg が限度である。しかし、可変節プロペラーを装備すると前記のような推力が得られる。そこで近い将来2艘曳機船底曳網の操業能率を一歩向上させるのに、曳網速度を 3.5 kt から 4.0 kt 程度で漁具の抵抗が 2600 kg 程度の漁具に発展させることが出来る。

このためには現在の漁具を改善し 3.5～4.0 kt で良好な網成りを現出する設計を考慮しなければならないと考えている。

あとがき

可変節プロペラー装備船による底曳網の曳網その他の試験も末だ著についた段階であるが、

今後、漁具の規模及び曳網速度の増大についても共に底曳網漁船の能率を向上させる意味から研究を進めていきたいと考えている。終りに本実験に御協力戴いた徳島水産株式会社並びに徳島社長、上田常務、坂東部長、各船乗組員各位並びに本装置の設計に当られ、実験に協力して戴いた池貝鉄工株式会社及び同社技師藤沢経光氏に感謝する。

200 kc 魚群探知機の船底装備について

西　村　　実

Study on the Installation of 200 kc Echo-sounder

Minoru NISHIMURA

ABSTRACT

It is often observed that some decrease occurs in the capacity of echo-sounder or fish-finder when a ship runs in fast speed. The main reason of such decrease is thought that the ultrasonic wave transmitted from the transducer installed on the bottom is disturbed by the bubble layer occuring under the ship bottom.

The ultrasonic wave is attenuated by the bubble layer, and its attenuation decreases as the frequency of ultrasonic wave increases, as clarified by the laboratory as well as by field experiments.

In order to obtain data for a real ship, we installed two types of echo-sounder of 13 kc and 200 kc in frequency in a 220 G.T. steel fishing research boat and observed the influence of bubble layer on the echo-sounder. The transducers of echo-sounders were installed in the same condition at ship bottom as shown in Fig. 3.

The result shows that the 200 kc echo-sounder was not affected by the bubble layer under the condition of slight sea and ship speed at 11 kt. But in the case of 13 kc echo-sounder under the same conditions, attenuation was observed in the ultrasonic wave by more than 10 db and the increase of noise reached as much as 30 db. In this way it has been found that the sounding capacity of a 13 kc echo-sounder falls as low as 400 meters even though it registers at. 4,000 meters when the ship is in stop.

From these data, it may be concluded that a 200 kc echo-sounder is sufficient for the echo-sounding up to 500 meters and that for the echo-sounding above 500 meters, it is necessary to usc an echo-sounder of lower frequency, such as 13 kc. In any case, a great care must be taken for the selection of position where the transducer be installed and for the technique of such installtion so as to avoid the harmful influence of bubble layer.

緒　　言

送受波器を船底に装備した魚群探知機あるいは音響測深機では、船が航行すると船底に生ずる気泡層によつて、測深能力が低下することが認められている。

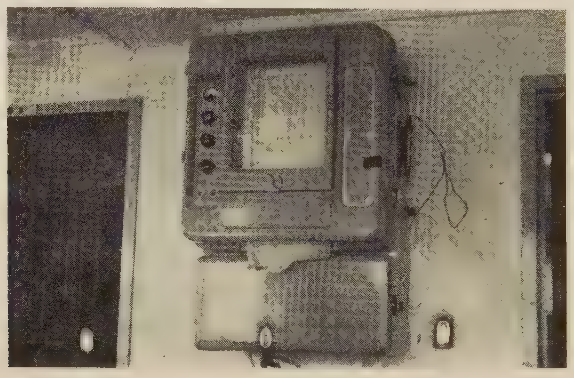
これは気泡層によつて超音波が減衰するからで、その減衰量は周波数が高くなる程減少することは既に報告した如く[1)2)]、水槽実験ならびに海上における基礎実験によつて解明された。

そこで本研究に於ては 200 G.T. の鋼製漁業調査船の船底に 200 kc の送受波器と 13 kc の送受波器を同じような条件になるように装備し、実船における船底気泡層の魚群探知機に及ぼす影響について検討を加えた。その結果、悪い海況で、13 kc では走航による超音波の減衰および雑音が可成り認められたにもかかわらず、200 kc では気泡の影響が殆んど認められなかつた。

1. 実験装置と方法

(1) 実験に用いた魚群探知機

実験船北光丸にとりつけた魚群探知機は次の二種類で、それらの送受波器は (2) で詳述する如く、船底装備を行なつた。



第 1 図 200 kc 魚群探知機

第 2 図 実験船北光丸

A） 200 kc 魚群探知機（第1図）

直線記録方式の湿式記録紙を用いたものでその諸特性は第I表左欄に示した。

B） 13 kc 魚群探知機

200 kc 魚群探知機とほぼ同様な型式でその諸特性は第I表右欄に示した。

第 I 表

	200 kc 魚群探知機	13 kc 魚群探知機
測深範囲(m)	0～120, 100～220 200～320 0～240, 200～440	0～120, 100～220 200～320 0～720
超音波発射回数 回/分	150/75	150/25
記録方式	ベルト直線湿式	ベルト直線湿式
紙送り速度 (mm/sec)	15	10
発振方式	真空管発振	真空管発振
出力 (W)	420	50
送受波器	チタン酸バリウム	アルフエロ送受兼用
大さ (mm)	100φ	150×95

（2） 船底装備

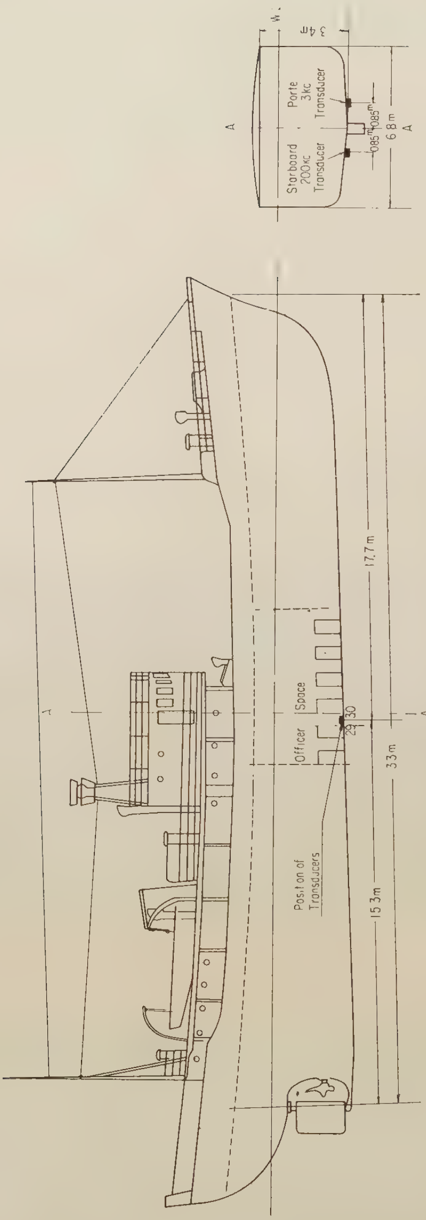
（A） 実験船．実験船は水産庁漁業調査船北光丸で（第2図）、その主要目は第II表に示してあるが、実験時の船のトリムは軽荷状態であつたため船尾に 2.6 m の状態であつた。

第 II 表

船名	北光丸	総トン数	220 G.T.
所属	農林省（北海道区水産研究所）	総トン数	60.53 G.T.
長	33.00 M	最大速力	12.4 kt
巾	6.80 M	航海速力	11.0 kt
深	3.40 M	主機	デイーゼル 500 IP

（B） 送受波器装備位置．2つの周波数の送受波器は第3図の船図に示したような位置にとりつけた。すなわち船首より 17.7 m（船首より全長の 5/9 の位置）、keel line の中心より左舷側 0.85 m の所に 13 kc、右舷側 0.85 m の所に 200 kc の送受波器を、いづれも鉄製の整流覆を附し、船底より 10 cm 突出して装備した。第4図 A, B には 200 kc、第5図 A, B には 3 kc の整流覆の略図と船体への取りつけ状況を示した。

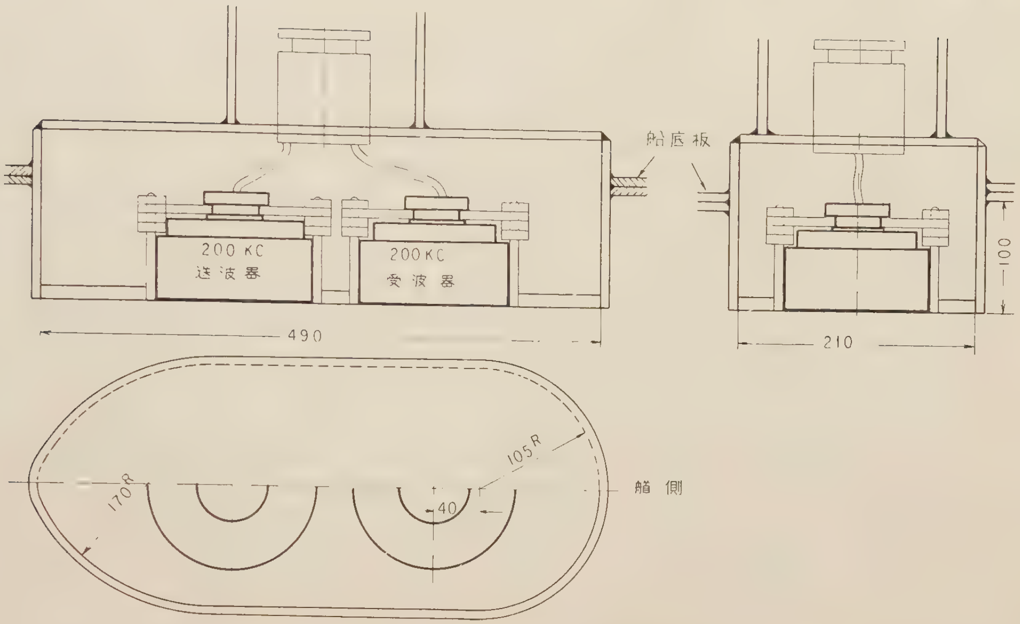
（3） 実験方法



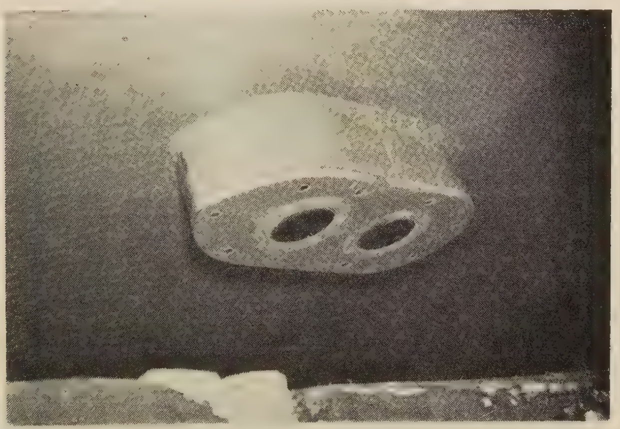
第3図 送受波器装備位置

今回の実験においては、海況が静穏な場合と海況が3の場合*について走航減衰量と雑音量を求めた。海底が平坦で水深、底質が等しい海面においてまず停船時の海底反響余裕値を測定し、

* 海況が"静穏"とは船が動揺せずに航行した状態である。また海況3は slight sea で、漣大きく、波頭くだけ，所々白波が立つ状態で、波の高さは 1～2 m，北光丸が艏に波をうけた場合には、ピッチングは前後に約 5°，側面に波をうけるときはローリングの最大角度 20°，平均 10° 程度の海況であつた。



第 4 図 A　200 kc 用 整 流 覆



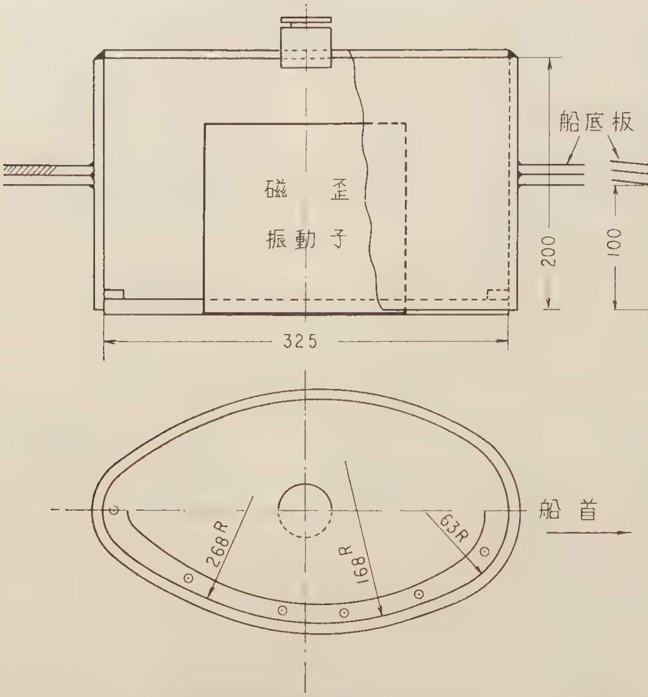
第 4 図 B　200 kc 整流覆取付状況（右舷）

次に船速を 6, 9, 11 kt にした場合の海底反響余裕値を測定し、両測定値の差から走航減衰量を求めた。また走航雑音量は停船時における記録紙上の雑音量を 0 db とし、走航した場合記録紙上に現われる雑音の増加量の最高値を以つて走航雑音量とした。

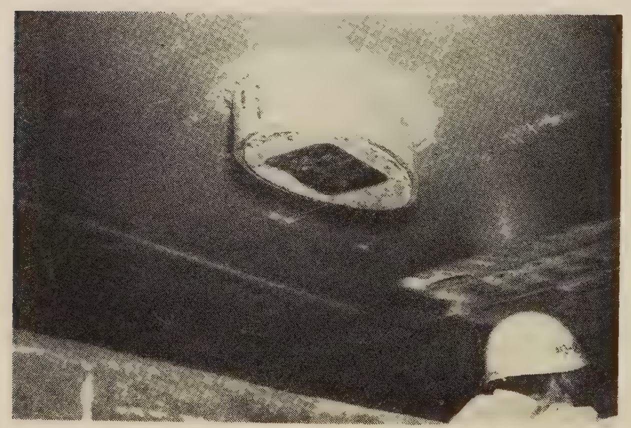
2. 実 験 結 果

1)　停船時の測深能力

この実験に用いた魚群探知機の送信出力は 200 kc で 420 W，13 kc で 50 W，受信器の電



第 5 図 A 13 kc 用整流覆



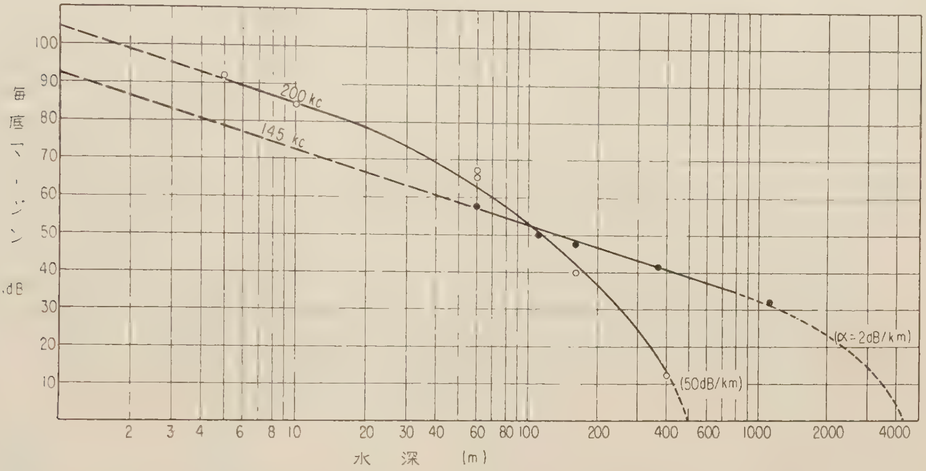
第 5 図 B 13 kc 整流覆取付状況（左舷）

圧増巾度は 200 kc で 140 db, 13 kc で 120 db であり、停船時の海底反響余裕値を測定し、減衰定数を 200 kc で 50 db/km, 13 kc で 2 db/km*3) として第 6 図より測深能力を求めると、200 kc で約 500 m, 13 kc で約 400 m である。

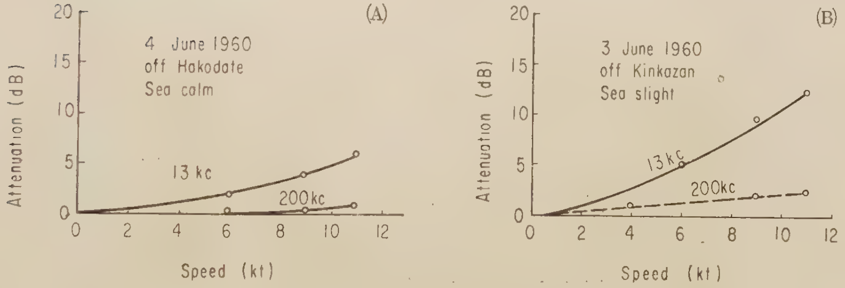
* 13 kc および 200 kc においては、垂直伝播減衰定数の深海における測定例が少いため、ここでは横向伝播の減衰定数を用いたが、垂直の場合には水平の場合に比べて減衰定数の値は少いと考えられる。

2) 走航減衰量

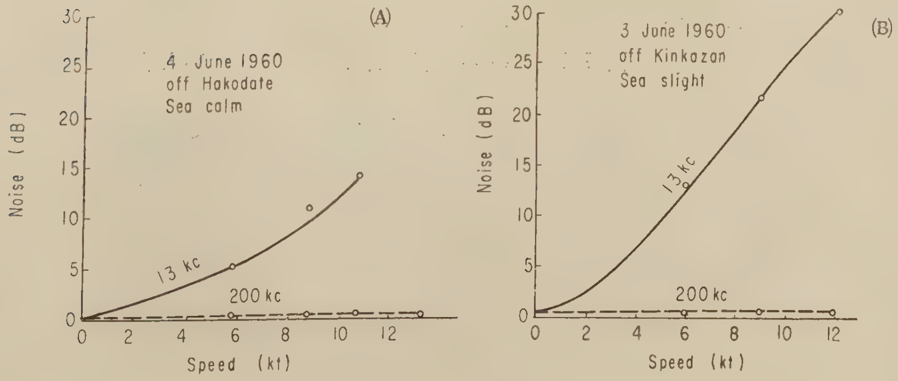
海況が静穏な場合と、海況が3の場合の走航減衰量の測定結果を第7図 A, B に示した。A は海況が静穏な場合、B は海況が3の場合で、前者では 11 kt における走航減衰量は 200 kc で



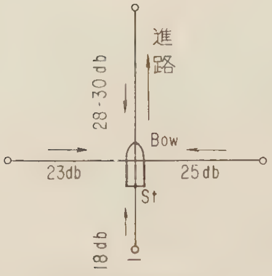
第 6 図　測 深 能 力 (停船時平坦な海底)



第 7 図　走 航 減 衰



第 8 図　走 航 雑 音



(矢印は波の方向を示す)

第 9 図　波 の 方 向 と 雑 音

約 1 db であるのに反し、13 kc では 6 db であつた。また海況 3 のときは船首に波をうける状態で 200 kc では 2 db, 13 kc では 12 db であり、200 kc ではいづれの場合にも走航減衰量は少いのに反し、13 kc では 200 kc より 5～10 db 大きい値を示している。

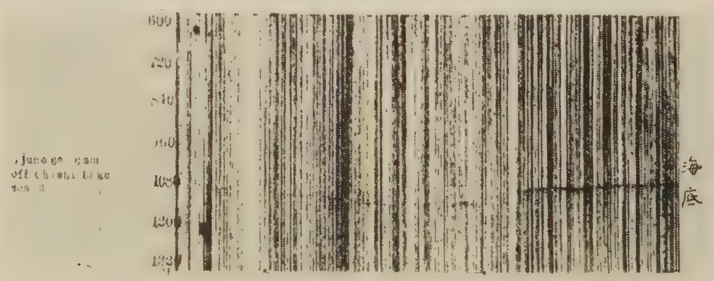
3) 走 航 雑 音 量

A) 海況静穏の場合

走航雑音量と船速との関係を求めた結果を第 8 図 A に示した。200 kc では 11 kt の船速でも雑音が記録紙上に全然認められなかつたのに反し、13 kc では断続的に雑音が認められ、雑音レベルの最高値は 14 db であつた。また船が右方に転舵した場合にのみ、13 kc で約 20 db の雑音が認められた。

B) 海況が 3 の場合

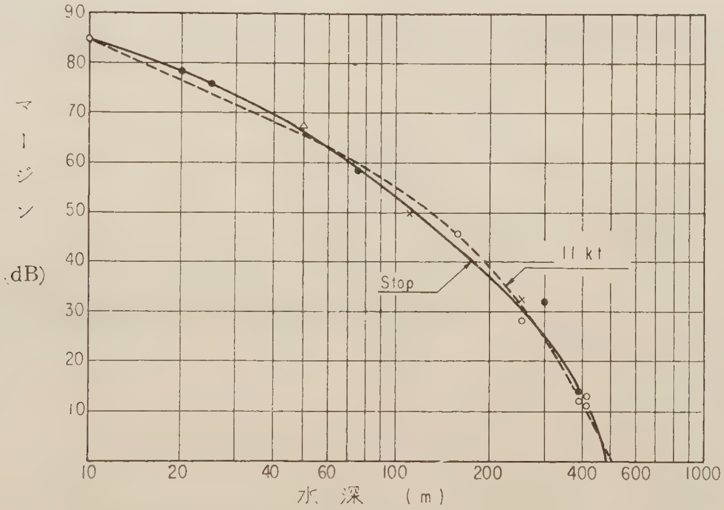
海況が 3 の状態で、船首に波をうけた場合の雑音量の変化を船速について求めると第 8 図 B の如くで、200 kc では全然雑音が認められないのに反し、13 kc では 11 kt で 30 db にも達する値が測定された。この海況で、船に対する波の方向を変えた場合、即ち船の進路を変えたときの雑音量を 11 kt の状態で測定した結果、200 kc においてはどの様な針路においても雑音は認められないが、13 kc では第 9 図に一括して示した如く、船尾から波を受けた場合には、船首に波をうけた場合に比べ雑音量は凡そ半減する。第 10 図に 11 kt で航行中、船首に波をうけた場合、13 kc で雑音が著しく、1,100 m の海底が明瞭に識別できないような記録例を示した。



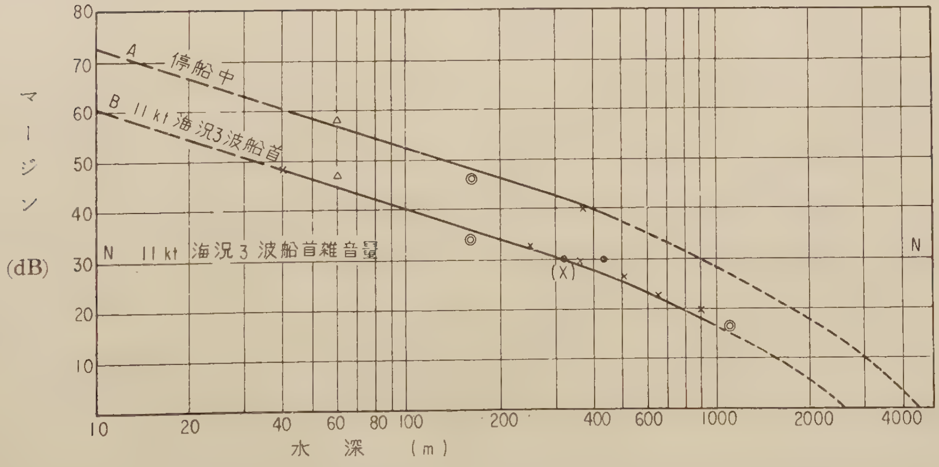
第 10 図　13 kc 走航雑音（雑音中に 1080 m の海底が認められる）

以上のように海況が3程度であつても、船が航行することにより、200 kc では走航による雑音および減衰の影響を殆んどうけないが、13 kc では可成りの影響が認められる。北光丸の場合、以上の測定値から2つの魚群探知機について走航中の測深能力を求めると、200 kc では第11図の如く、第6図で求めた停船時の測深能力と同じく 400 m 以上である。これは現に第12図に示したように 430 m の測深記録を海況 3 の状態で得られた事からも判る。それに反し、13 kc では第13図の減衰曲線 B と、雑音レベルを示す直線 $N-N$ の交点 X から、測深能力は 300 m になる。

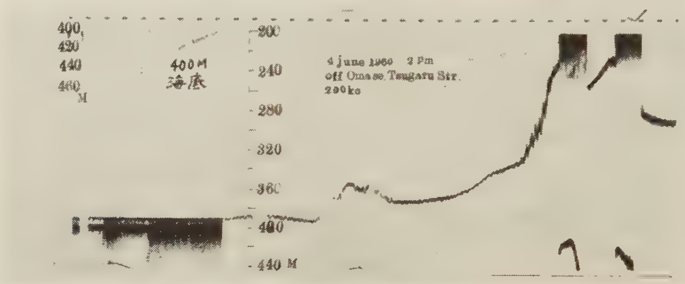
第14図に示したのは2つの魚群探知機を同時運転して、海況3の状態で得た表層魚と海底魚の記録で、13 kc では減衰と雑音のためにいづれの魚群も記録されていない。



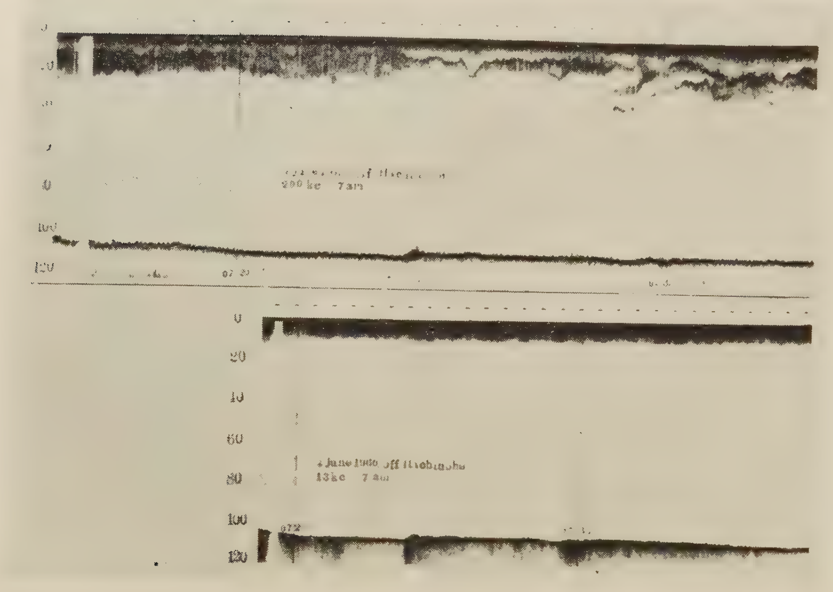
第 11 図 A 200 kc の 測 深 能 力



第 11 図 B 13 kc の 測 深 能 力



第 12 図 430 m の 海 底 記 録



第 13 図 魚群記録（上 200 kc, 下 13 kc)

今回の実験においては、船が軽荷状態でトリムが 2.6 m もあつて船底に気泡がまきこまれ易い状態であつたため、満載時で吃水が深く、トリムが少い場合に比べ、走航減衰および雑音の影響が大きいと思われる。また今回用いた整流覆には特にツバを附けなかつたが、整流覆にツバを附した場合には、ツバをつけない場合に比べ、走航減衰量と雑音量は可成り少さくなるので[4]今後北光丸の整流覆にツバをつけた場合についても追試を行なうつもりである。

結　　論

北光丸における 200 kc と 13 kc 魚群探知機の船底装備の比較実験を要約すれば次の通りである。

1) 13 kc 魚群探知機では船速 11 kt, 海況 3 の状態でも、その走航減衰量は 12 db, 走航雑

音量は 30 db であるため、停船時 4000 m である測深能力は可成り低下し、魚群を記録することもむづかしい場合もある。

2) 200 kc 魚群探知機では実験を行なつた程度の船速と海況とでは走航による減衰と雑音は認められなかつた。

従つて、400 m 以浅の測深用には 200 kc のような高い周波数の超音波を用いた機械が適当であると考えている。また 400 m 以深については低い周波数の超音波を用いる必要があるが、航行中の測深能力をあげるため、整流覆にツバを附するなどの処置を講ずれば、走航減衰あるいは雑音を軽減しうるものと思う。

擱筆するにあたり御指導を賜つた本研究室橋本博士、実験に協力された水産庁岸本・正井両技官、北光丸金田船長以下各位並びに装備を担当された海上電機株式会社に深謝する。

文　　献

1) 橋本・西村： 漁船研究技報第 10 号 p. 88. 昭和 32.4.

2) 橋本・西村： 音響学会講演論文集 昭和 33.5.

3) 橋本・他： 日本航海学会誌 昭和 34.11.21.

4) 橋本・西村： 漁船研究技報第 5 号 p. 141. 昭和 29.8.

New Zealand 北東海域におけるマグロ用魚群探知機の実験*

西　村　　実

Study on Echo-sounder for Tuna Fishing in the North-Eastern New Zealand Sea

Minoru NISHIMURA

ABSTRACT

In the tuna fishing, which is one of the main pelagic fisheries in Japan, the echo-sounder has so far been used only for the purpose of detection of fishing banks. But it has been found difficult for an echo-sounder of this type to detect the school of tuna migrating rather sparsely at the depth of about 100 meters owing to its acoustic capacity, frequency of ultrasonic transmission and method of recording.

After a number of fundamental experiments, we have established a certain basic designing requirements for an improved tuna detecting echo-sounder. In the report, the author should like to make a brief explanation about the field experiments made with echo-sounders of new type in tuna fishing grounds in the Southern Pacific Ocean, North-Eastern Sea off New Zealand.

The experiments were made with the two types of new echo-sounder installed on a tuna boat of 100 G.T. The main characteristics of the echo-sounders are specified below.

	Type A	Type B
Frequency (kc)	28	200
Range (m) (for recorder)	(0–100) ×5 (0–120) ×5 (1–600) ×5	(0–100) ×5 (0–120) ×5 (0–300) ×2
(for C. R. T.)	33.3/40	33.3/40
Transmitting system	Valve Oscillation	Valve Oscillation
and power (kw)	3	1
Pulse transmission (per min)	90/75/15	90/75/30
Paper speed (mm/min)	21/17.5/3.5	21/17.5/7
Transducer (mm)	A. F. alloy 163×270	$BaTiO_3$ 80ϕ
Beam angle	11.5°×8.2°	3.8°

As a result of the measurements, it was found that their sounding capacity of the sea bottom was 4,000 meters by the 28 kc echo-sounder and 500 meters by the 200 kc echo-sounder respectively, and that their detecting capacity in regard to a single tuna was 250 meters by the 28 kc sounder and 200 meters by the 200 kc sounder respectively.

Many records of tuna schools were obtained through these experiments. Fig. 6. shows one of their typical records. By acoustic measurements, it is presumed that the little echo trace near the surface shows a group of small fish like mackerel, and the echo of fish group at the depth of 20 to 100 meters represents tunas. Further, records of single fishes at the depth of 120 meters as well as those of D. S. L. were obtained, as shown in Fig. 7. and Fig. 18. respectively.

By the comparative study of the two frequencies the following results have been obtained ;

(1) By the 28 kc echo-sounder, one tuna was recorded as " ^ " type, because the beam of ultrasonic was broad.

(2) By the 200 kc echo-sounder, it was recorded as " dot " by the narrowness of beam angle.

(3) The D.S.L. were mostly recorded equally by the echo-sounders of both types. But there were some cases where the groups of fish recorded by the 28 kc appeared to be the D. S. L. by the 200 kc. (Fig 15)

(4) In the case of 200 kc, the recording was not affected by the bubble layer occuring under the bottom of the boat when it ran in fast speed.

As a result of the experiments made so far, it may be given as a conclusion that the use of twin frequency echo-sounder is most desirable for a precise research of fishing grounds of tunas.

The author should like to mention here that the continuous observation of the movement of fish layer in the waters was very intersting and instructive. During the night, the recording paper was filled with hazy echoes like D. S. L. and almost no trace of fish could be seen on it, as shown in Fig. 17. But in the morning, about sunrise, fish began to appear near the surface and went slowly down into deeper waters. In one or two hours after the sun rise, the fish layer reached the depth of 40 to 80 meters. No remarkable change could be seen in the layer of fish during the daytime. Fish were caught in quantities at the points where many fish were recorded on the paper of the echo-sounder. Toward the evening the fish layer began to go up slowly to the surface, and no fish was recorded after the sunset. (Fig 16)

In conclusion, the new echo-sounder can be used beneficially for the purpose of fishing tunas.

緒　　言

わが国の主要遠洋漁業であるマグロ漁業においては、従来魚群探知機は海底を調査するため、主に音響測深機としての機能のみが利用され、マグロを探知した例は少い[1]。このような装置では 100 m 前後の水深を、濃密な群を形成せずに洄游するマグロ類を直接探知することは、魚探能力、音波の発射回数、記録方法などの点から適当でなかつた[2]。マグロ用魚群探知機に関する基礎的研究はすでに数回にわたつて行い[3]、設計上の諸条件が求められたので、今回はマグロ用として設計された魚群探知機を装備した操業船で南方漁場において実用実験を行つた。すなわち 1960 年6月より9月までの間、New Zealand 北東 1000 浬の漁場で、28 kc および 200 kc 魚群探知機を用いてマグロ探知の基礎実験と、得られた記録像について検討を加え、更に魚群層および D. S. L. の日周変化などを観測した。

その結果、深度 120 m のマグロ類の単体像を探知できることが判明し、さらに昼夜にわたる魚群の運動を観測した結果、従来あまり究明されていなかつたマグロ類の生態の一部を解明し、魚群探知機をマグロ漁業に応用する端緒をつかみ得たので、この実験の概要を報告する。

1. 実験経過

1) 漁場および漁法

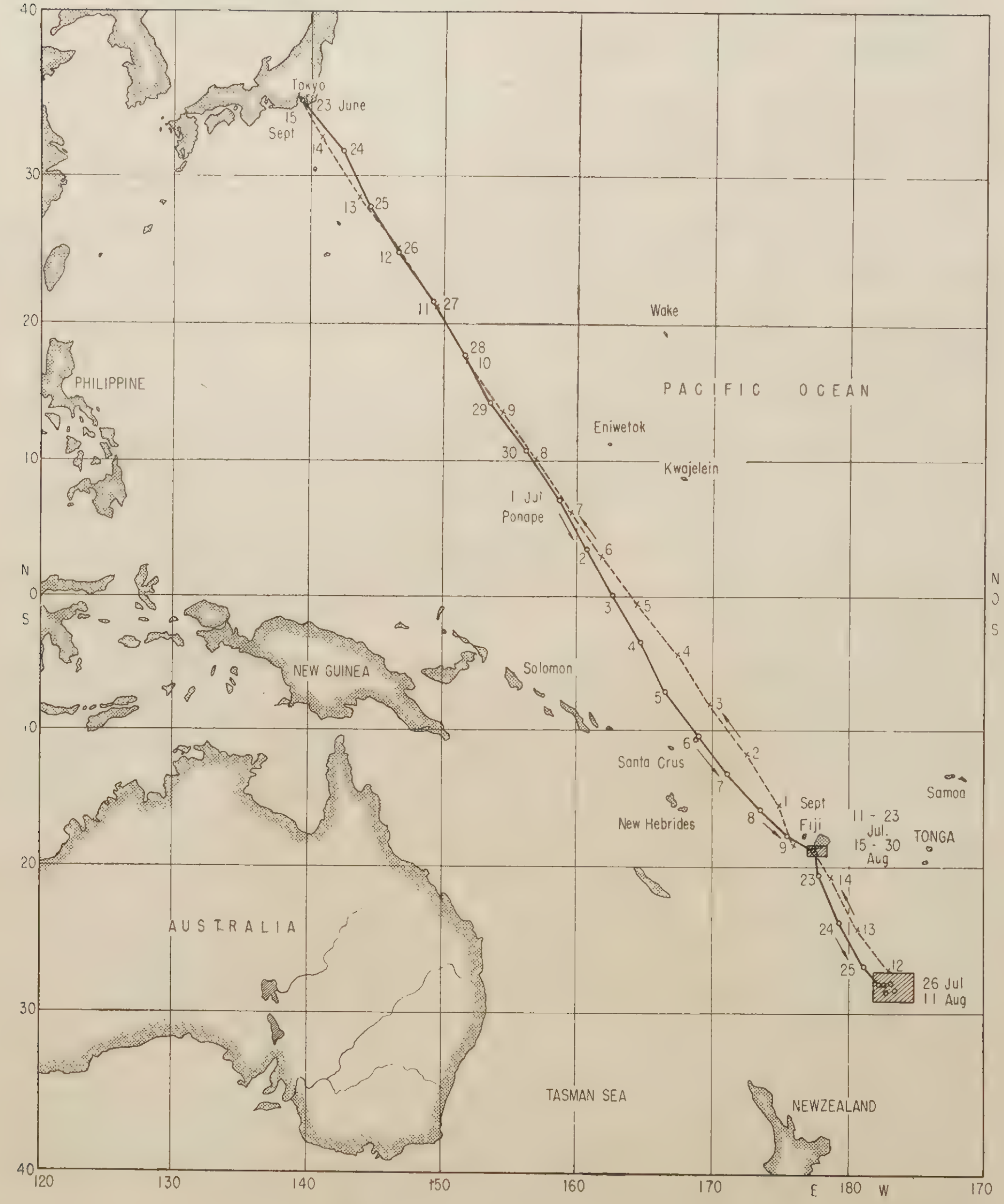
実験を行なつた漁場は、第1図の航跡図に示したように、New Zealand の北東約 1000 浬、南緯 27°, 29°, 西経 178°, 175° の線で囲まれた海域で、ケルマデック海溝に接している。操業期間中 (7月 26 日～8月 12 日) の天候は晴天13日、曇または雨天3日、海況は風力 1～3 は 13 日、4～7 は3日、気温は 18°～25°, 水温 18°～19°, 透明度 30～35 m, 水深は 1000～9000 m (海図による) である。

漁法はマグロ延縄で行ない、漁獲された魚はビンナガが主で、キハダ、メバチ、カジキ等である。これらの漁獲魚種については第 3 節におい詳しく述べる。

2) 実験装置

使用した魚群探知機はマグロ用に設計された 28 kc および 200 kc の魚探機である。マグロ用として、いづれの機械においても設計の重点が次の諸点におかれている。1) 魚探能力をあげるため送信器出力は 28 kc で 3 kW, 200 kc で 1 kW である。2) 記録紙上にマグロの単体を明瞭に指示させるため拡大表示を行ない (測深範囲 0～100 または 0～120 m), 超音波発射回数を多くし (90 回/分)、記録紙の繰り出し速度を速くしてある (20 mm/min)。またブラウン管映像式も併用した。

* 本実験は太洋漁業株式会社の協力を得て行なつたもので、筆者は6月 23 日同社第 31 播州丸で東京発、7 月 16 日英領 Fiji 諸島の Suva で同社マグロ母船第3天洋丸に転船更に7月 23 日実験船あさひ丸に乗船、8 月 16 日まで実験を行ない、再び第3天洋丸に転船して9月 15 日帰国した。


Tokyo
23 June
15 Sept
PHILIPPINE
Wake
PACIFIC OCEAN
Eniwetok
Kwajelein
1 Jul Ponape
NEW GUINEA
Solomon
Santa Crus
New Hebrides
Sept
Fiji
11 - 23 Jul.
15 - 30 Aug
TONGA
Samoa
26 Jul
11 Aug
AUSTRALIA
TASMAN SEA
NEWZEALAND
120
130
140
150
160
170
E
180
W
170
40
30
20
10
N
0
S
10
20
30
40

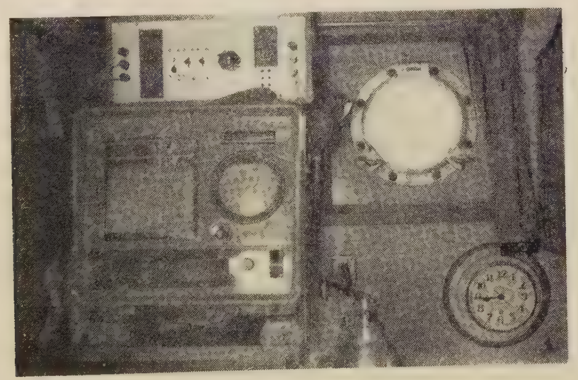
第 1 図 航 跡 図

これら 2 種類の魚群探知機の性能概要は第 I 表に示した通りであつて、第 2 図は操舵室に装備した 28 kc 記録機の外観写真で、200 kc 機も同型である。

28 kc 魚探機の送受波器は第 3 図のように実験船あさひ丸(鋼製 99 トン, L.×B.×D.＝27.4M ×5.6 M×2.71 M, Diesel 400 HP) の船底に装備し、また 200 kc 機の送受波器は第 3 図の中央、左舷側水深 1.5 m のところにパイプで舷側装備を行なつた。

第 I 表

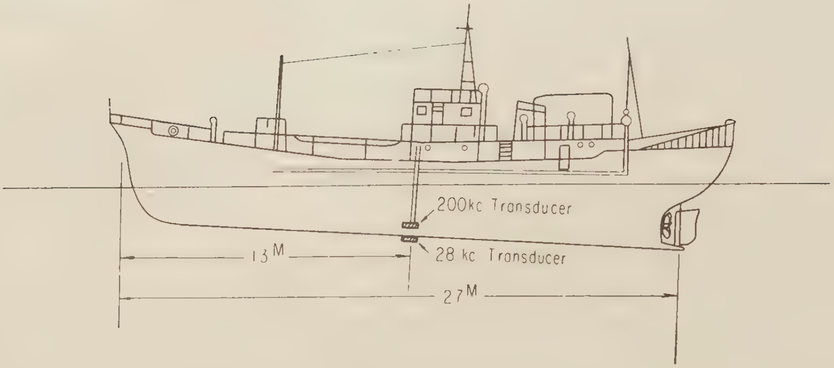
	S 型	L 型
周波数	28	200
指示方式	記録映像併用型 記録―湿式直線	記録映像併用型 記録―湿式直線
指示範囲	記録 (0～100 m)×5 (0～120 m)×5 (0～600 m)×5 映像 33.3 m 巾 40 m 巾	記録 (0～100 m)×5 (0～120 m)～5 0～300 m 映像 33.3 m 巾 40 m 巾
発振方式	真空管発振・出力 3 kW	真空管発振・出力 1 kW
超音波発射回数	90/75/15 回/分	90/75/30 回/分
紙送り速度	21/175/3.5 mm/分	21/17.5/7 mm/分
送受波器	AF 合金 163 mm×270 mm	$BaTiO_3$ 80 mmφ
指向角(半減角)	左右 11.5°, 前後 8.2°	3.8°



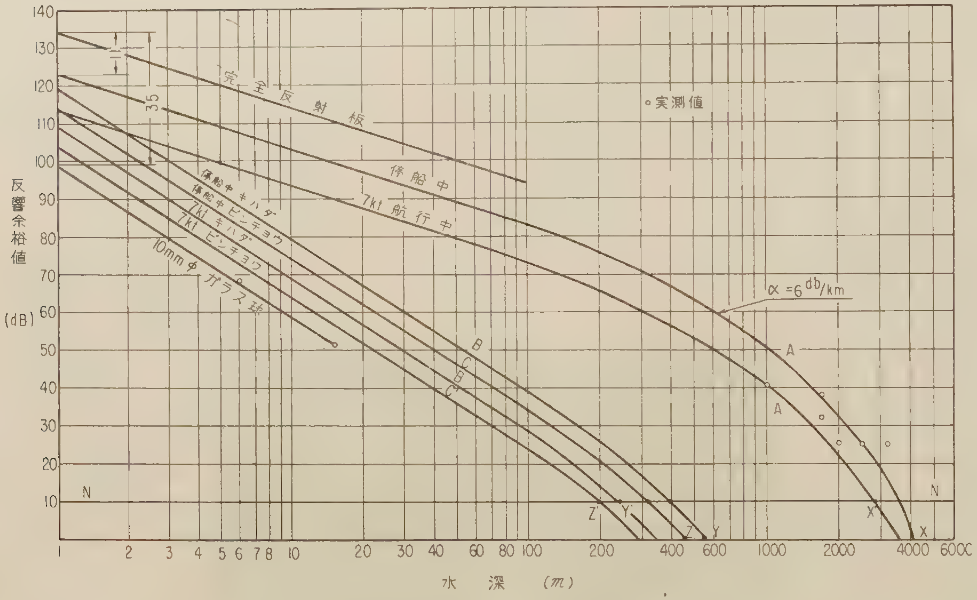
第 2 図 マグロ用魚群探知機記録機 (28 kc)

2. 測深および魚探能力

魚群探知機に現われる単体魚像の魚種の判別をするためには、使用した機械の測深能力および魚探能力をまず求めて置く必要がある。今回の実験では操業海域の水深が 1000 m 以上で、底質もはつきりしていないため海底の反響余裕値から求める代りに、その反射損失が既知の 10 cm 径の中空ガラス球(いわゆるビン玉)を任意の深さに沈め、その反響余裕値を測定して深度対反響余裕値曲線より測深能力と魚探能力を推定した。



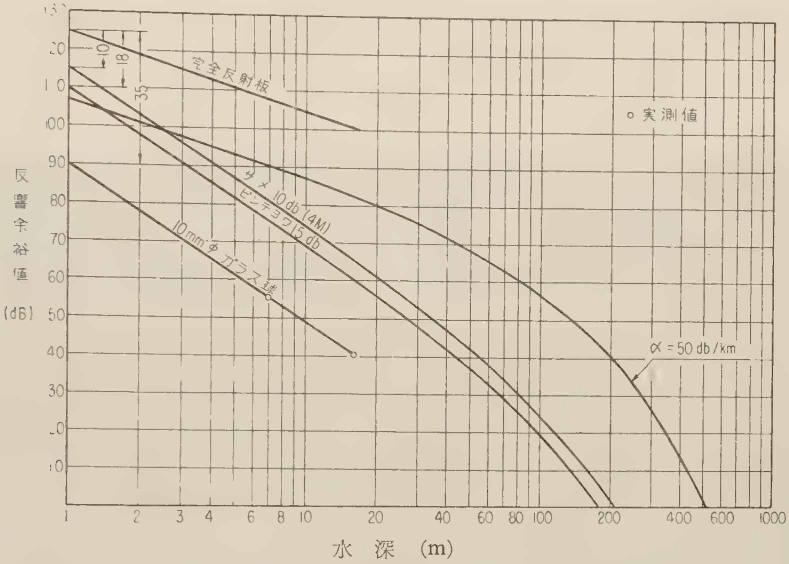
第3図 送受波器装備位置



第4図 28 kc 機測深及び魚探能力

a) 28 kc. 第4図は 28 kc についての測深能力および魚探能力を求めた結果を示すもので、停船時の測深能力は、減衰定数を 6 db/km* とすれば 4000 mm 以上である。操業船が延縄を投入するときの速力は約 7 kt で、風力が 3～4 のときの走航減衰量が約 10 db, 走航雑音レベルが約 10 db であつたので、泥質海底に対する測深能力は、曲線 A' と走航雑音レベル $N-N$ との交点 X' より約 3000 となる。実験中 1000 m 乃至 3000 m の砂あるいは軟泥海底の反響余裕値を停船中に測定した結果を第4図に ○ で記入したが、その値は計算曲線にほぼ近い値であつた。

* 垂直伝播の場合、深海における減衰定数の測定例が少ないため、便宜上水平伝播の場合の値を用いた。また海底質も浅海と異り泥、放散虫などの堆積物であるため反射損失も泥より大きいと想像される。



第 5 図　200 kc 機 測 深 及 び 魚 探 能 力

一方、反射損失が 15 db[3] のキハダの単体について停船中の魚探能力を推定すると 400 mm 以上であるが、7 kt の航行中には 250 m になる。またビンチョウの反射損失は 20 db* アオザメ（2 m 長）では 12 db であるから、マグロ類に対する魚探能力は 200～250 m とするのが妥当であろう。

b)　200 kc. (a) と同様な方法で求めた 200 kc 魚探機の測深および魚探能力を推定すると第 5 図に示した通りである。風力が 3 の海況で、船速が 7 kt の場合、走航による減衰と雑音は無視できるので[4]、200 kc の垂直伝播における減衰定数を 50 db/km とすれば測深能力は約 500 m である。アオザメ（2 m 長）とビンチョウの反射損失はそれぞれ 10 db, 15 db* であつたので、この値より両魚種に対する魚探能力を求めると納 200 m である。

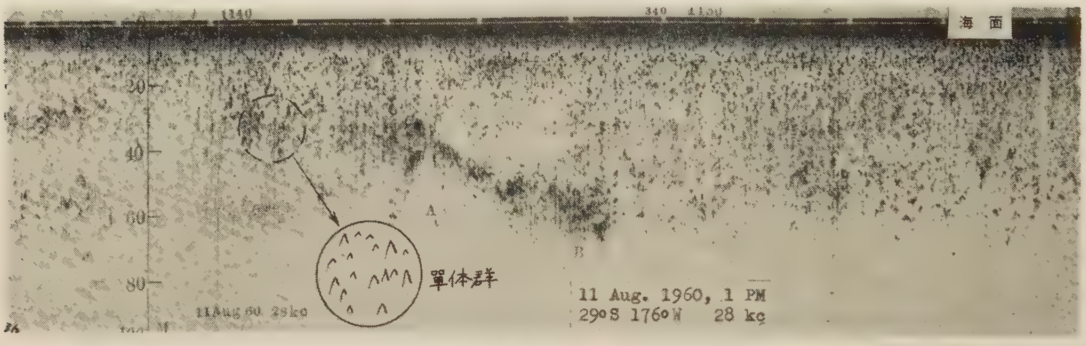
3.　魚群記録と魚種の推定

実験海域においては。第 5 節で詳しく述べるように、魚の游泳層の深さは時間とともに変化し、昼間は一番深い、第 6 図および第 7 図に昼間の代表的な記録を示した。第 6 図 A は，8 月 11 日午前 12 時頃**、延縄を揚縄中 28 kc の記録であつて B は 30～70 m の映像である。記録を詳細に検討すると、発振線から深度 20 m 位までの間には、反射損失が 50～60 db 程度の単体が層をなしており、20 乃至 40 m では反射損失が上記と同程度のものと、15 乃至 25 db の

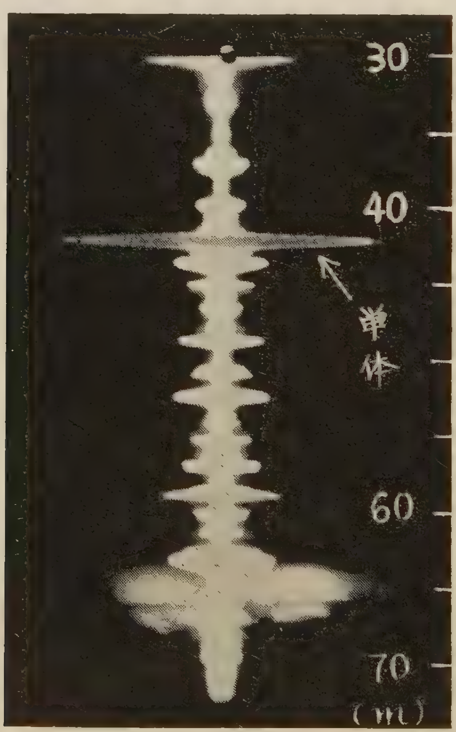
*　実験中船底下を通過した釣上げ中のものについての測定値。

**　本文で示される時間は、漁場が毎日移動するためすべて日本標準時を用いてあり、現地時間は日本時間より 3 時間 10 分乃至 20 分早い。例えば本文中の午前 12 時は現地時間午後 3 時 10 分～ 3 時 20 分である。

2種類の単体が認められ、40 m 以深では 15～25 db 程度の単体が層をなして記録されている。また第7図の如く 80 m 以深にも単体が認められることがしばしばあつた



A. 記　録

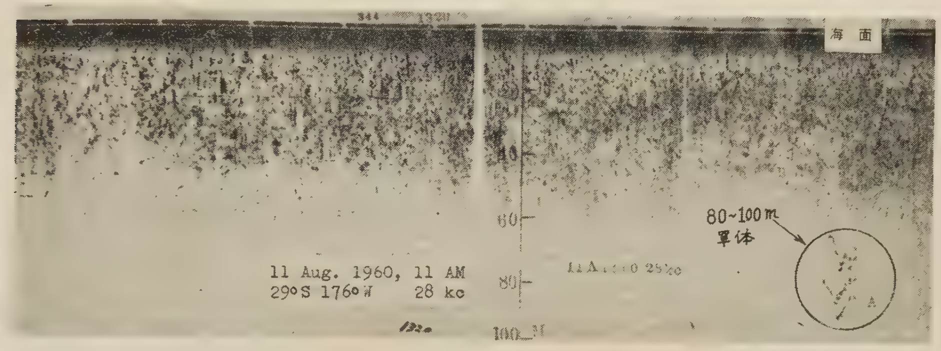


B. 映　像

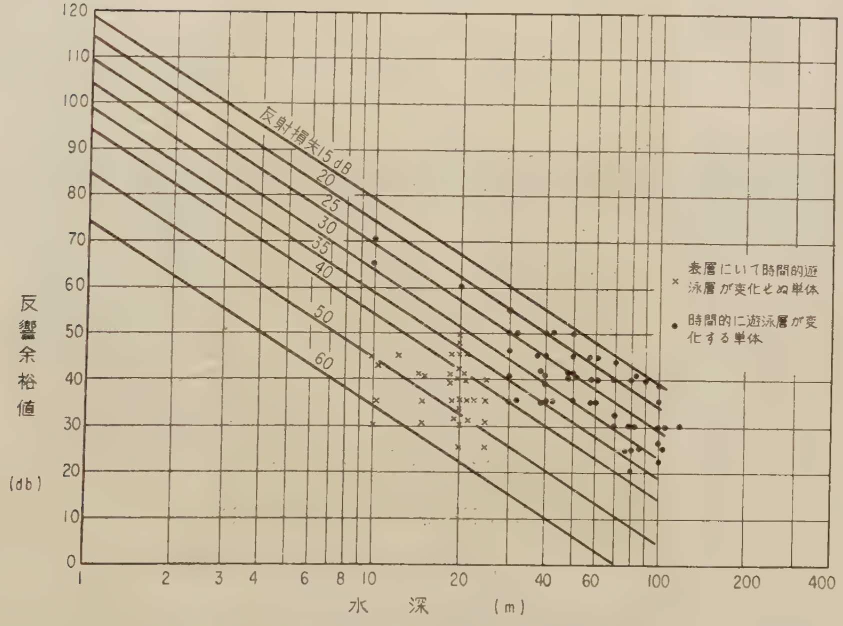
第 6 図

昼間記録例（1960年8月11日

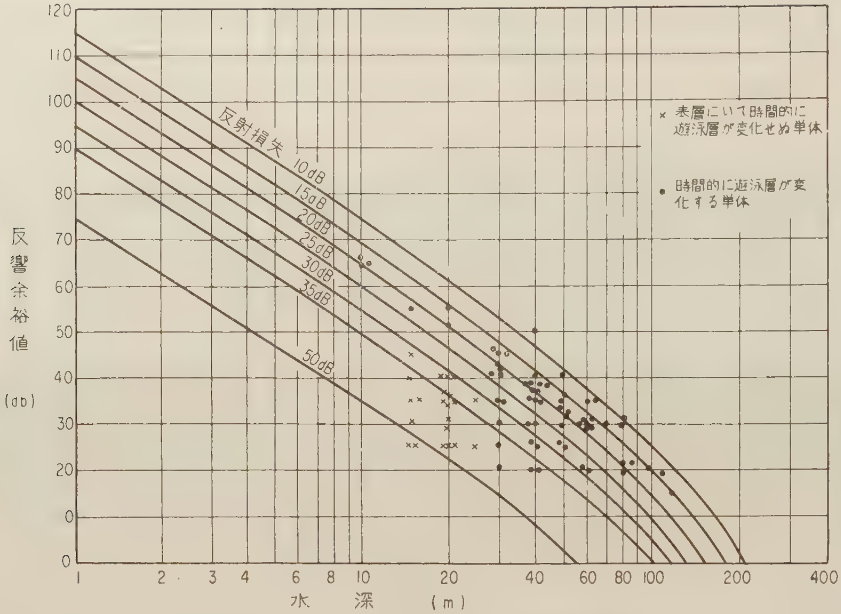
実験期間中各深度に記録された単体魚像の反響余裕値の最大値の測定結果をまとめて示せば、第 8 図、第 9 図の如くになる。第 8 図は 28 kc の場合の測定値で図中・は時間的に游泳層の深さが変化する単体、× は表層附近に現れ、時間的に游泳層の深さが変化しない単体についての測定値である。第 4 図魚探能力の測定結果にもとづいて各単体の反射損失の値を求めると、図より明らかな如く表層附近の単体は反射損失が 35～60 db の魚類すなわちイワシ、アシ、イカ程度の大きさの単体が主に記録され、20 m 以深にはビンチョウ、キハダ程度の大きさの単体が主に記録されているものと思われる。200 kc について同様にして求めたものが第 9 図である。



第 7 図　80～100 m の単体 (28 kc)



第 8 図　28 kc における単体の反響余裕値



第 9 図　200 kc における単体の反響余裕値

この漁場で延縄によつてとれる魚種はマグロ類が主であり、第 II 表に魚種、大きさおよび一日に釣れる割合を示した。表層・中層に記録された小さい単体魚の魚種の判定は困難だが、揚縄中釣によくかかるエイの他に、キハダ、メバチの胃の中から検出されたトビウオ、ハダカイワシ、イカなどであると想像される。第 III 表にそれらの魚種とその大きさを示しておいた。実験中いづれの周波数においても 50 m より釣りあげられたビンチヨウ（第 10 図），120 m より釣りあげられたアオザメが明瞭に記録され（第 11 図），また潮目附近では 28 kc で反射損失が 15～20 db の単体群が 10～20 m の深さに記録され（第 12 図），その際には揚縄中にビンチヨウあるいはカツオの漁獲が多かつた事からも、上記のような推定を裏付けることができるであろう。

4.　28 kc と 200 kc の比較

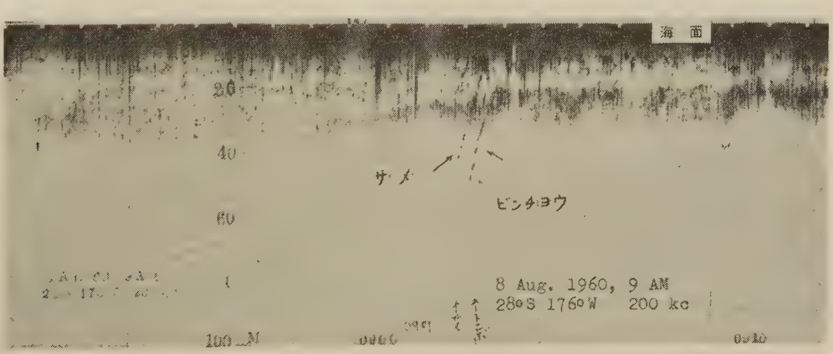
28 kc 機と 200 kc 機とは第 I 表に示したように記録方式は同一で、主に異つているのは送信出力と、送受波器の指向性である。いま第 13 図の 2 つの周波数の同時比較記録をみると、送受波器の指向角の広い 28 kc においては単体は山型に表われるのに反し、指向角の狭い 200 kc においては“点”で現われているため、記録上における他の反射物（例えば雑音のようなもの）と明瞭に区別しにくい場合がある。D.S.L. は概ね両周波数に同時に現われることが多かつたが（第 14 図）、例えば 15 図のように 28 kc においては単体魚が明瞭に記録されているにもかかわらず、200 kc では単体の集群があたかも DSL の如き様相を呈する事がしばしば認められ、DSL の種類と周波数とは密接な関係があると思われる。

第 II 表

魚類名	体重 kg	体長 cm	漁獲率 %	備考
ビンチヨウ	10～20	90～102	60～80	
キハダ	14～23	106～120	10～20	
メバチ	22～70	108～158	3～10	
カツオ	10～15	80～90	5～15	
マカジキ	18～100	200～250		
メカジキ	50～100	200～300		
マンタイ	20～30	100×60×15		
サメ	80～200	200～400		
サワラ	10～30	100～150		
エイ		(30～50) (30～50)	5～10	投棄する
バラムツ		100～150		

第 III 表*

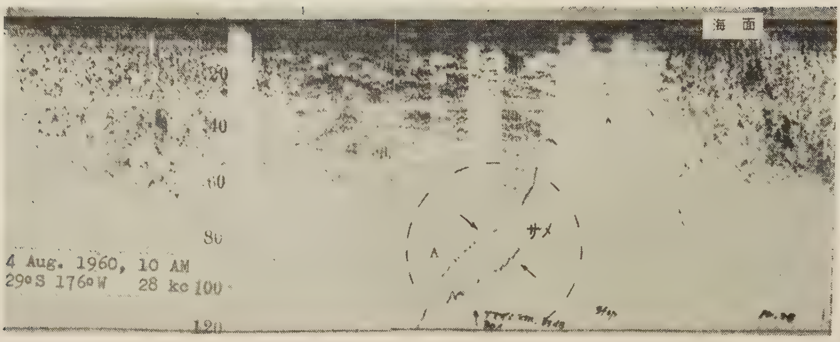
魚種	和名	大さ (cm)
Chiroteuthis sp.	ユウレイイカ	5～10
Polypus sp.	タコ	
Chauliodus sloani SCHNEIDER	ホウライエソ	20～25
	トビウオ	10～15
Xenolepidichthys dalgleishi (GILCHRIST)	ヒシマトウダイ	5
Centrophorus petersi HILGENDORF	リウグウノヒメ	7～10
Taractes sp.	シマガツオ	7～10
Myctophum sp.	ハダカイワシ	3
Nemichthys sp.	シギウナギ	10
Carinaria lamarcki PERON & LESUEUR	ペトロポダ	1～2



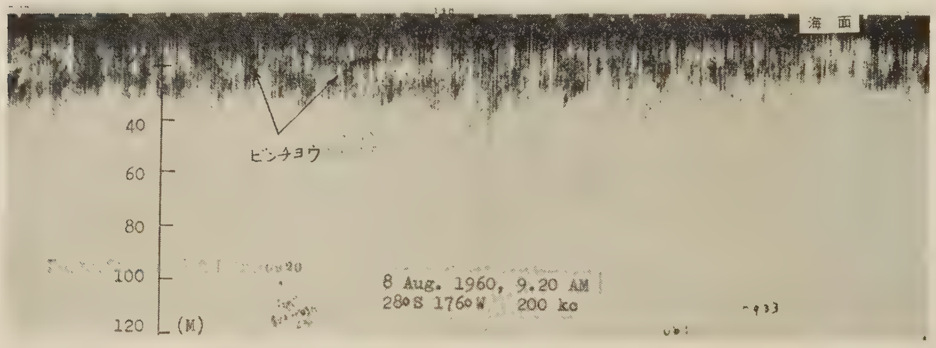
第 10 図 釣り上げ中のビンチヨウ及びサメ (200 kc)

送受波器の装備上から検討すると、28 kc においては 7 kt の船速で走航減衰が 10 db 以上、雑音も 10 db 程度あつて、更に第 13 図の比較記録例においてみられるように、28 kc では波

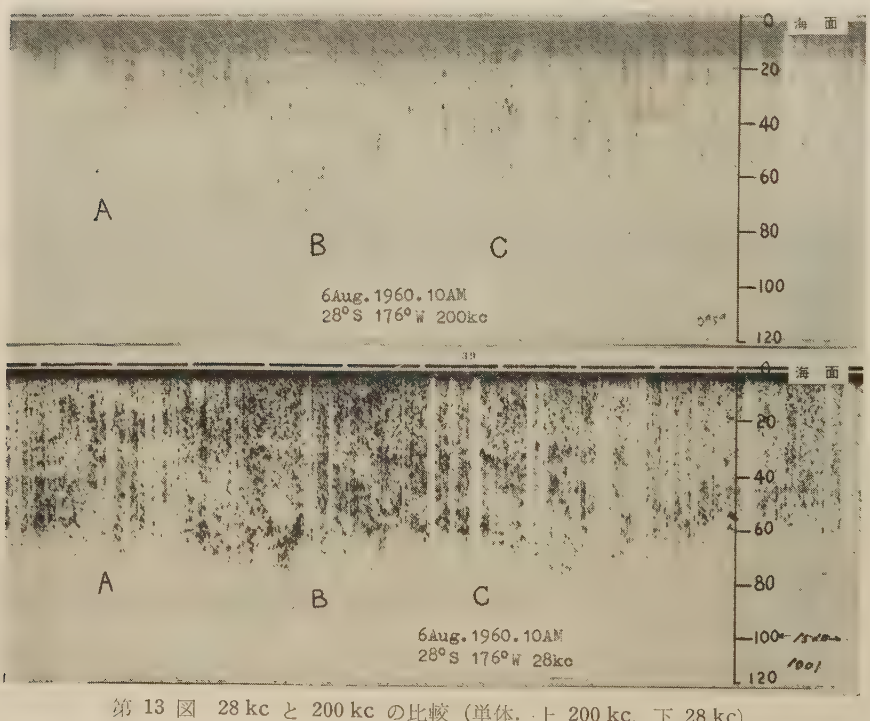
* 魚種名の調査は東海区水産研究所、阿部博士にお願いした。



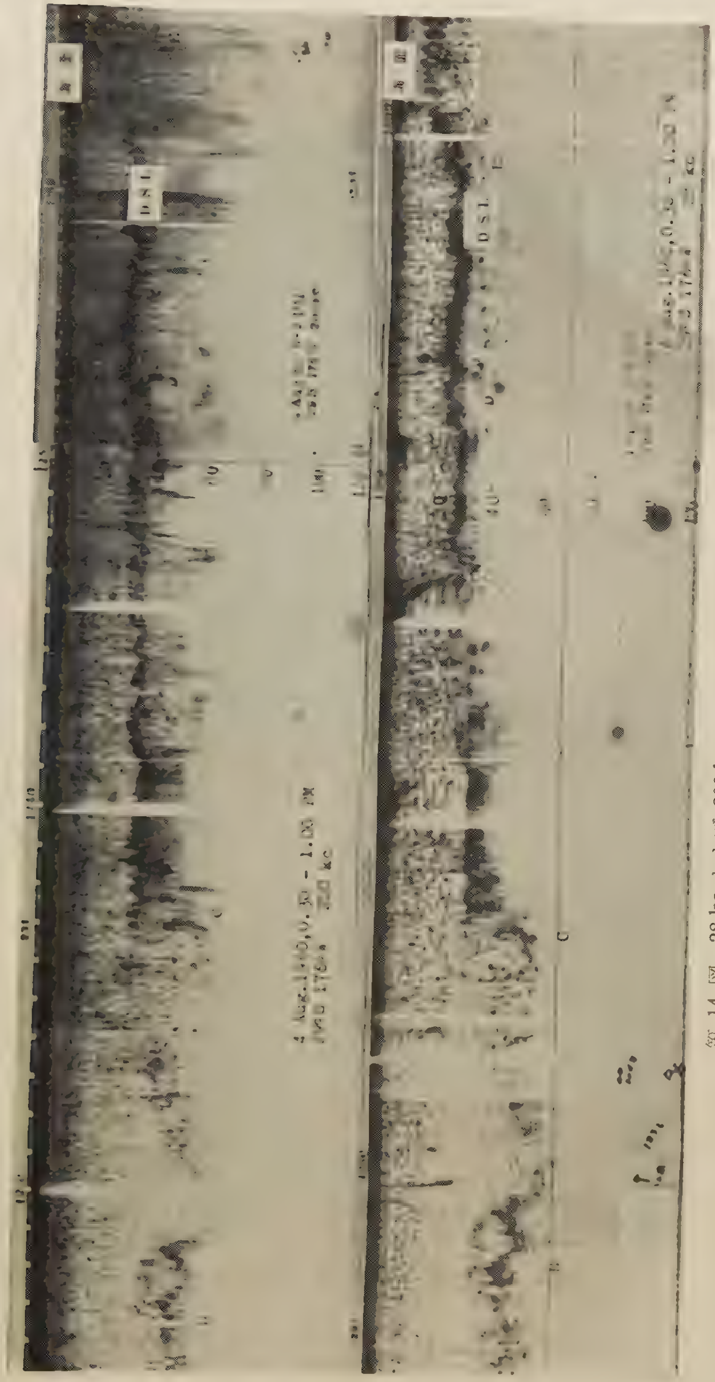
第 11 図 釣り上げ中のサメ (28 kc)



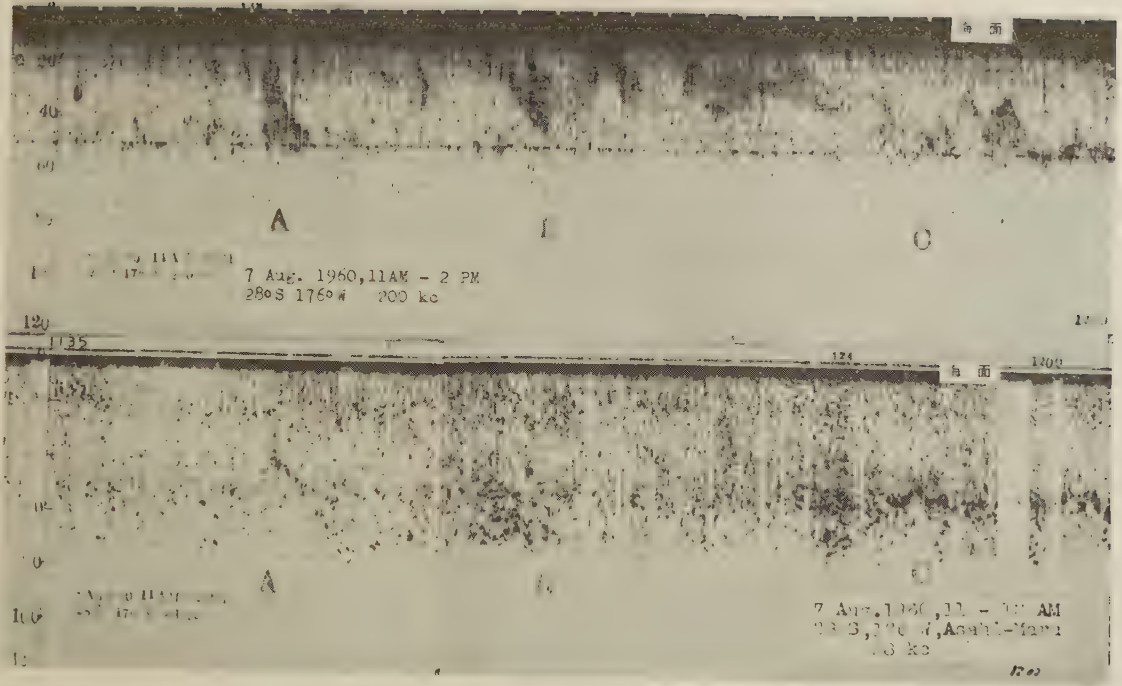
第 12 図 潮目付近のビンチョウ (200 kc)



第 13 図 28 kc と 200 kc の比較 (単体. 上 200 kc, 下 28 kc)



第14図 28kc および 200kc の比較 (D.S.L. 上 200kc, 下 28kc)



第 15 図　28 kc と 200 kc の比較（単体と DSL，上 200 kc，下 28 kc）

のために記録が途切れるようなこともしばしば認められた。それに対して 200 kc では走航による影響をうけにくいので[4]、装備の点からは有利であると思われる。

以上のような考察にもとづいて、比較的荒天の多い、而も実験を行つた漁場の如く海図が完備せず未知の珊瑚礁の多いマグロ漁場で用いる魚群探知機は、28 kc のように低い周波数と 200 kc のように高い周波数を併用することが好ましい。

5. 魚群探知結果

1) 魚群および DSL の日周変化

実験海域で昼夜連続して魚群探知記録をとり、時間による魚群の游泳層および DSL の深さの移動をしらべると、東支那海におけると同様に[5] 規則的な日周変化を行なつている。第 16 図はその一例として、8 月 6 日の日周変化の状況で、上は朝方投縄時の魚群の水深の移動、下は午前から夕刻にかけての水深の変化を示したものである。縦軸に水深を m でとり、横軸には日本標準時で示した時間をとり、15 分乃至 30 分間隔に記録紙上より魚群および DSL の分布状況を読みとつて記入したものである。・で示したものは表層の反射損失の大きい単体、∧ で示したのは反射損失の小さい単体魚で、数字はマージンテスト法で求めた魚および DSL の反響余裕値である。

図において午前 1 時より 3 時までは夜間の状態で表層の一部を除き記録紙上は第 17 図のように一面に発色し、漁場によつては DSL が現われるが、20 m 以深には単体魚は認められず日出時まではあまり大きな変化は認められなかつた。

日出前 15 分乃至 30 分頃より表層附近に、反射損失の小さい幾分濃密な魚群層が認められ、日出後大空の照度が増すに従つて、この魚群層は毎時 20～30 m の速さで除々に降下し、日出後 1 時間乃至 1 時間半に魚群層の下端は 40～80 m 附近に達し、この層には反射損失が 10～25 db の単体魚が認められる。また 5～20 m の間には 50 db 程度の小さい単体が層をなしている。80 m 以深にも 10～20 db の数個の単体が認められた。また DSL は昼間でも 30～120 m の間にしびしば出現した。

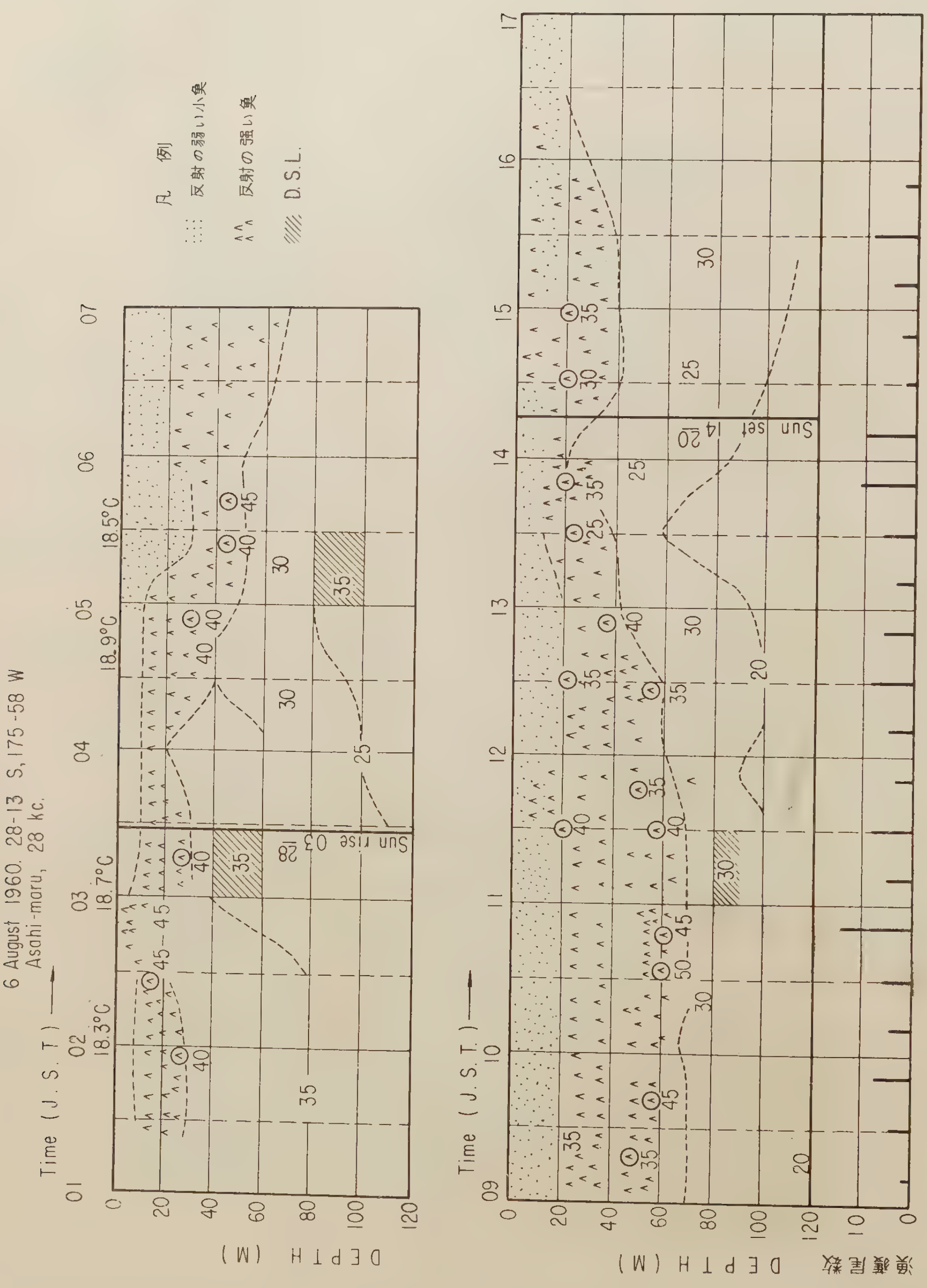
夕刻になると、日出時とは逆に魚群層は空中の照度が減ずるとともに表層に向つて毎時 20～30 m の速度で上昇し、日没時前後には魚群層の下端は 20 m 附近に達し、その後多少の深さの変化はあるが、日没 1～2 時間で再び夜間の状態となつて、記録紙上は一面に発色し単体魚は認められなくなる。深海の DSL についての長時間の観測は行なえなかつたが、第 18 図の一例に示した如く*、朝方、除々に降下する傾向を示す記録が得られた。

以上のような日周変化は漁場が異なつても毎日認められた。

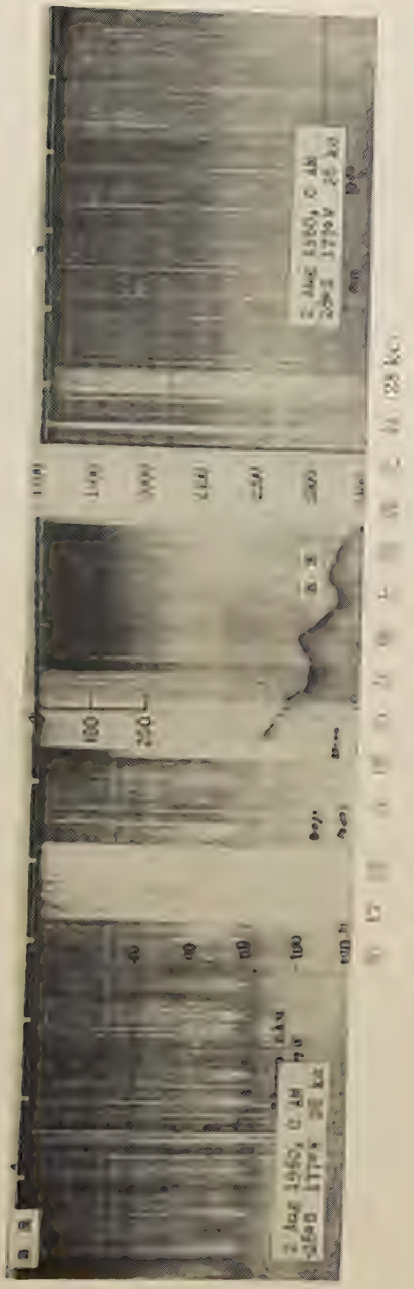
2) 照度と日周変化

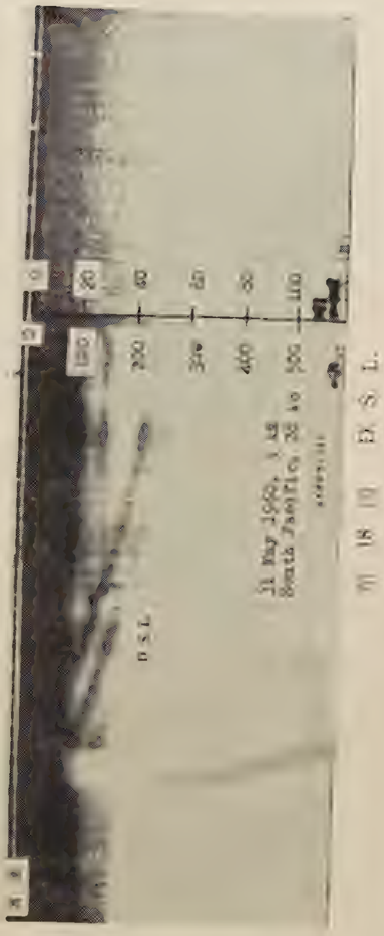
漁場において日出および日没時の大空の照度の時間的変化を測定した結果を示すと第 19 図の

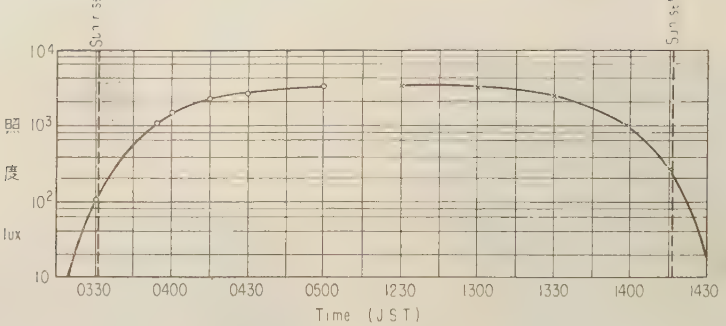
* 第 18 図はあさひ丸に便乗した産研鳥居技師の記録である。



第16図 魚群游泳層深度の時間的変化







第19図 照度の時間的変化

ようになる。これは、照度計を用いて船を中心とし、太陽の没する（或は出る）位置と反対方向の大空の照度を測定したもので、縦軸には lux で表した照度、横軸には時間（日本標準時）をとつてある。朝は薄明時より除々に明るくなり、日出後は急速に照度を増し日出後1時間30分でほぼ一定の照度に達する。次に夕刻、日没前1時間30分頃より照度は下り、日没とともに急速に減少し、薄暮にいたつて暗夜となる。時間と照度との関係を示す第 19 図と時間と游泳層の深さを示した第16図とを対比すると、魚群の降下および上昇に照度に対応していることが判明する。

3)　魚探記録と漁獲との関係

延縄漁業では潮流、風などの影響のため、餌のついている釣針の深さは一定しない。また魚群を探知した時間と漁獲をする時刻の間には4時間乃至20時間のづれがあるため、魚探記録と漁獲尾数との関係を求めることは困難である。しかしビンチョウの場合には、魚が釣針にかかつて比較的早く死亡することと*揚網時には死亡したものが少なかつたこと等から、ビンチョウでは揚縄直前にかかつたものが多いと考えれば、揚縄時の魚探記録と漁獲尾数との関係を求めることは必ずしも無意味ではないと思う。

そこで揚縄中、日没迄20分間隔の漁獲尾数の計算結果を、第 16 図の揚縄時の魚の水深変化を示す図の最下欄に太線で示しておいた。図において10時30分から11時迄の間のように、反射損失の小さい魚が（記録上のマージン 45～50 db）が密集して記録されたような海面では 20分間の漁獲は15尾で、釣獲率$\left(\frac{\text{釣数漁獲}}{\text{尾　数}}\times 100\%\right)$に直して25% となり、平均釣獲率 5～7% よりはるかに高い値を示した。8 月 6 日ばかりでなく、他の場合にも反射損失が小さい単体が密集して記録された時には漁獲が多い傾向が認められたので、今後多くの資料を得れば魚探記録と漁獲尾数と対応させることができると思う。

*　葉室氏の測定側：漁研技報第 11 号

結　　論

New Zealand 北東海域のマグロ漁場における魚群探知実験結果を要約すれば次の通りである。

1) 28 kc および 200 kc のいづれの周波数の魚群探知機においても、7 kt の船速で航行中、40～80 m のマグロ類の単体魚層と 120 附近の単体魚を記録することができた。

2) 単体魚層と DSL などとを明瞭に識別するためには単体魚の分解能を良くする必要がある。従つて指示器（記録および映像）は拡大表示方式とし、超音波のパルス巾を短くし、発振回数を多くする必要がある。

3) 28 kc と 200 kc の記録を比較した結果では、指向性の広い送受波器を使つた 28 kc の魚群探知機は有利であるが、装備上からは 200 kc の方がすぐれていた。DSL を探知するような場合には、それぞれの周波数によつて異なつた記録がでるので、2 つの周波数を併用するのも一方法である。さらにマグロ漁場では深海の測深を行なう機会がしばしばあるから、低い周波数の魚群探知機においては 3000 m 以上の測深能力が要求される。

4) 魚群探知の結果、マグロ類の游泳層の深度は日周変化を行い、游泳層の昇降は空中の照度と密接な関係があることが認められた。

（謝　　辞）

擱筆するにあたり、本研究に対し御懇切なる御指導を賜つた当研究室橋本博士、実験に協力された大洋漁業株式会社漁撈部、第 3 天洋丸喜多山船団長以下各位、独航船あさひ丸吉田漁撈長、乙部船長以下各位に深謝するとともに、機械の貸与、装備などに協力された株式会社産研に謝意を表する。

文　　献

1) 木村・岩下・服部： 東海大水産研究所報告 No. 2. 昭 27. 12.
2) 橋本・間庭・西村： 漁船研究技報第 3 号 p. 190. 昭 28. 3.
3) 橋本・間庭： 漁船研究技報第 13 号 p. 103. 昭 34. 10.
4) 西村： 本号 200 kc 魚群探知機の船底装備について
5) 西村： 漁船研究技報第 12 号 p. 115. 昭 33. 10.

TRANSLATION IN
REPRINT FILE

海中騒音および魚群音の周波数特性について

西 村 実

Frequency Characteristics of Sea Noise and Fish Sound

Minoru Nishimura

ABSTRACT

The frequency analysises of the sea noise and sound of fishes are very important to discriminate the species of fish or to forecast the catch of fish in set net fishing.

We recorded on the magnetic tape recorder the sounds of yellowtail, squid and porpoise which were recorded by hydrophone devices or sonobuoy devices. And then, these sounds were analyzed for frequency by means of the Panoramic Sonic Analyzer.

We obtained the following conclusions.

1) When the sea was calm, it was indicated that the level of sea noise was higher in the frequency range below 1 kilocycle than the upper range. (Fig. 7 A, B, C)

2) When the sea was rough, the level of sea noise increased in the whole frequency band and it depended upon the velocity of wind, but we found no change in the frequency distribution. (Fig. 7 D)

3) The yellowtail and the squid made some peculiar swimming sound which distributed in the frequency band higher than the sea noise and therefore, we could clearly discriminate the sea noise and the sound of fishes. (Fig. 7 E, F)

緒　　言

ソノブイなどを用いて魚群音を聴音し、魚群音によつて魚種を判別し、あるいは漁獲を予知するような場合、海中騒音と魚群音の周波数特性を解明する必要がある。そこで筆者は定置漁場の海中騒音と、網に入る、ブリ、イカ、イルカなどの発する音を小田原市米神および熱海市網代の漁場で録音し、Panoramic Sonic Analyzer を用いて周波数分析を行なつた。その結果魚種によつて特有な周波数成分が認められ、海中騒音と魚群音を明瞭に識別しうることがわかつたのでその概要を報告する。

1. 実験方法及び装置

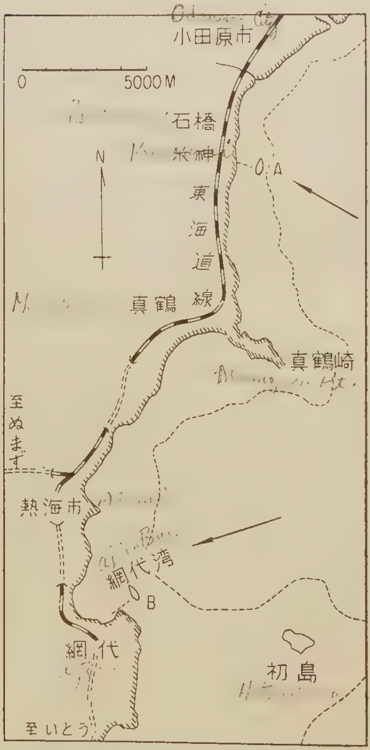
海中騒音と魚群音とを録音するために今回の実験においては2つの方法を用いた。すなわち

静穏なときは海上で2型聴音器を用い、荒天か、長期観測の場合にはソノブイを用い陸上の受信器で録音を行なつた。1959 年3月に第1図Aの米神漁場でブリの游泳音を、1960 年2月に同図Bの網代のブリ定置漁場でイカとイルカの音を録音した。いづれの場合も水中マイクロホンは定置網内、10 m の深さに沈めた。

録音に用いた2型聴音器とソノブイの特性の詳細は既に発表したので[1)2)]、ここにはその概略のみを再録する。

2 型聴音器とソノブイの水中マイクロホンは同一種類のもので、チタン酸バリウム製のものである。その受波感度特性は第2図に示したように 0.2 kc から 10 kc までほぼ平坦な特性を有している。また 2 型聴音器の前置増巾器と主増巾器の周波数特性は第3図に示した如く、いづれも 40 c/s より 10 kc まで平坦である。

ソノブイは第 4 図に示したように送信ブイと受信器で構成され、海中騒音あるいは魚群音は送信ブイ内の増巾器で増巾されて、送信器より周波数変調を行なつて 42.71 Mc 或は 42.83 Mc の電波で受信器に送られる。ソノブイ受信器では到来電波を復調、増巾して水中音をスピーカー、受聴器で聴取するか、録音できるようになつている。ソノブイ系の綜合周波数特性は第 5 図に示した如く、0.4 乃至 2 kc の間で略平坦な特性を有している。



第 1 図 実験漁場 (A米神, B網代)

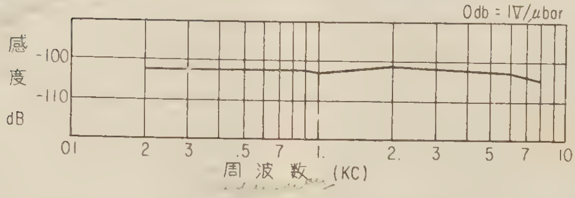
磁気録音機は市販のもので、その綜合周波数特性は第6図に示した如く、0.1 kc より 5kc の間に於いて±2 dB の範囲において平坦である。録音した水中音のうち、海中騒音などのように長い時間継続するものは、そのまま再生して Panoramic Sonic Analyzer Model LP-1 で分析し、ブリの游泳音あるいはイルカの鳴音のように持続時間が1秒以下のものは、Ampex の Model 307-7 型録音機に再録して、録音部分のみを end less にして、再生したものを Analyzer で分析したので、分析した多くの音の平均値を以つて周波数分布と考えた。

2. 実験結果

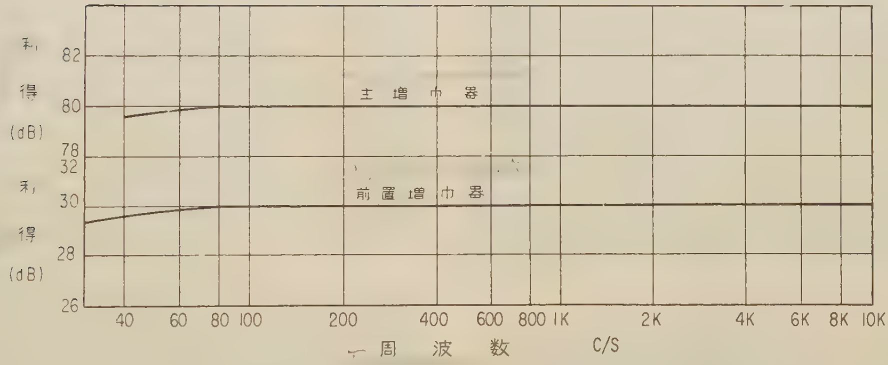
(1) 海中騒音の周波数特性

米神および網代漁場で海況が静穏なときに2型聴音器で測定した騒音レベルは 0.1~1 μbar であつた。

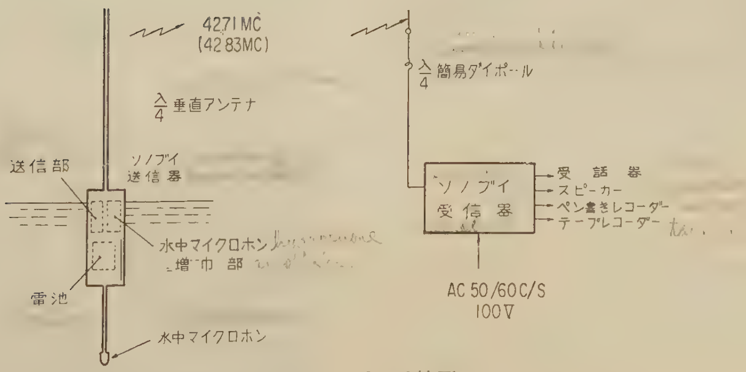
米神の騒音の周波数分布を第7図Aに、網代のそれを同図Bに示したが、いづれの場合も、0.1~1 kc の間に高い音圧を示している。またソノブイで測定した網代の騒音分析結果を第7図Cに示したが、1000 c.p.s 以下に



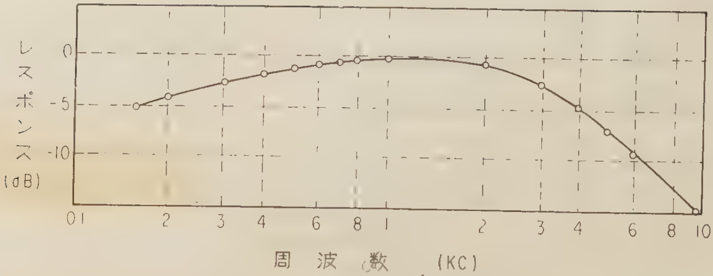
第 2 図 水中マイクロホン受波感度特性



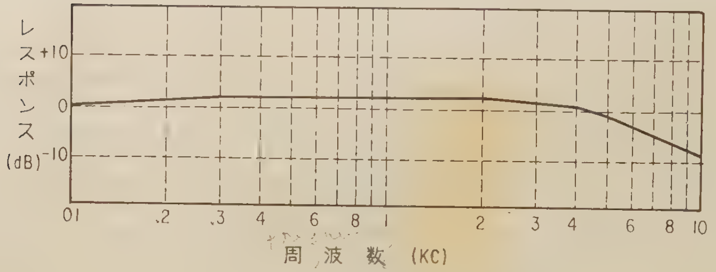
第 3 図 2 型聴音器周波数特性



第 4 図 ソノブイ系統図



第 5 図 ソノブイ総合周波数特性



第 6 図 テープレコーダー周波数特性

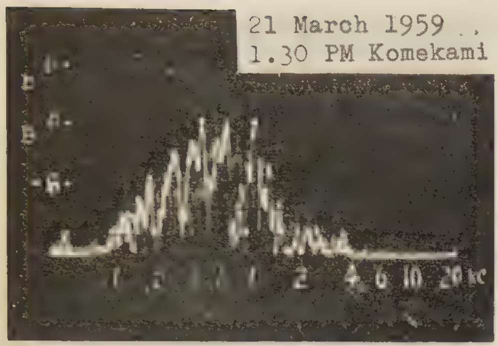
高い音圧が示されている。

波浪が増して海況が変化すると、騒音レベルも増加する。第 8 図は網代湾に於て、ソノブイで観測した毎時の風速と騒音との関係を示すもので、上方の破線で示したのが風速*、中央の細い実線は騒音レベルの最大値、太い実線は平均値である。第 8 図を書き直して、横軸に風速 m/sec)，縦軸に騒音レベルの平均値をとつて整理すれば、第 9 図の如くになる。毎時の海中騒音の周波数分析を行なつた結果、騒音レベルは変化するが、周波数分布は静穏の時と同様に 200 ~1000 c.p.s 附近に高い音圧値を示し、特にいちじるしい変化は認められない。第 7 図 D に北東 12m/sec の場合の分析結果の一例を示した。

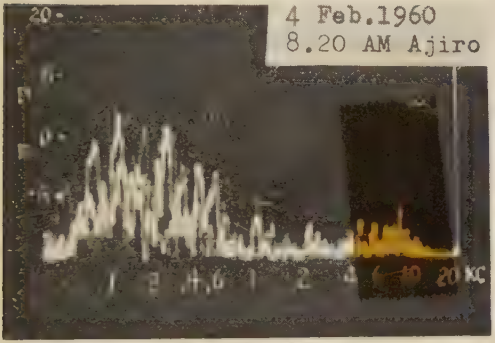
2) ブリの水中音

ブリが定置網に入網するときの水中音を聴音すると、海中騒音より 10~15 db そのレベルが高い游泳音を発する[1]。米神漁場において 2 型聴音器を用いて海上で録音したブリの游泳音を分析すると第 7 図 E の如くである。この游泳音を録音する直前の海中騒音の周波数分布（第 7 図 A）と比較すれば、1 kc 以下の音圧は僅か数 db 増加しているのに反し、特に 1 乃至 5 kc の間の音圧が増加している。ブリの游泳音にはこの範囲の周波数成分を多く含んでいることが判明したので、ブリの游泳音と海中騒音は識別できる。

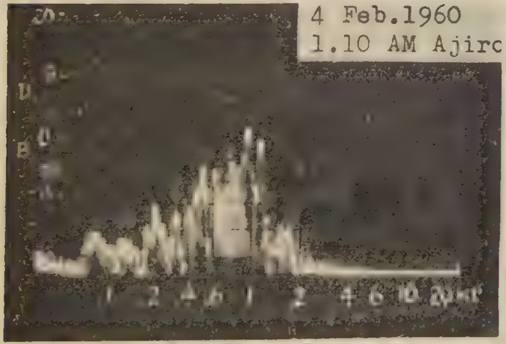
* 風速の測定値は網代測候所の資料による。



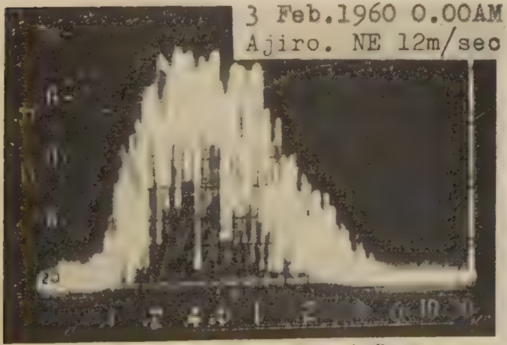
A　米神海中騒音



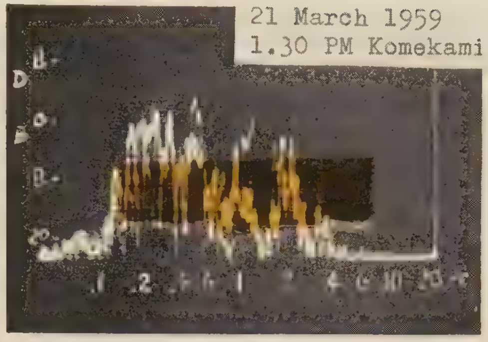
B　網代海中騒音



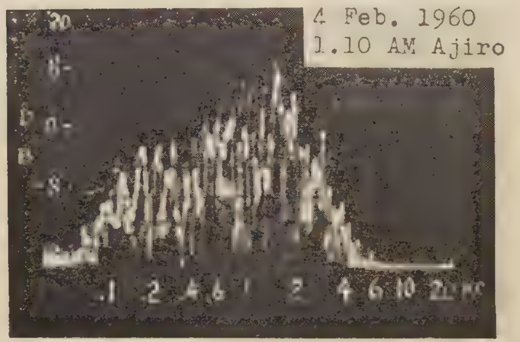
C　網代海中騒音　(Sonobuoy)



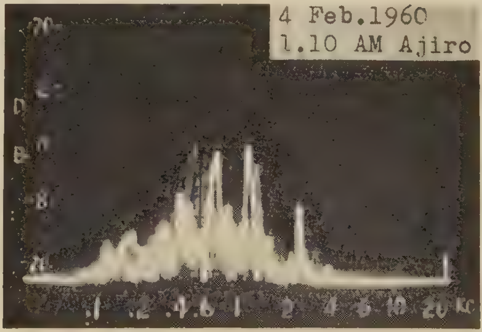
D　荒天時の騒音　(Rough Sea)



E　ブリの游泳音 (Yellow Tail)

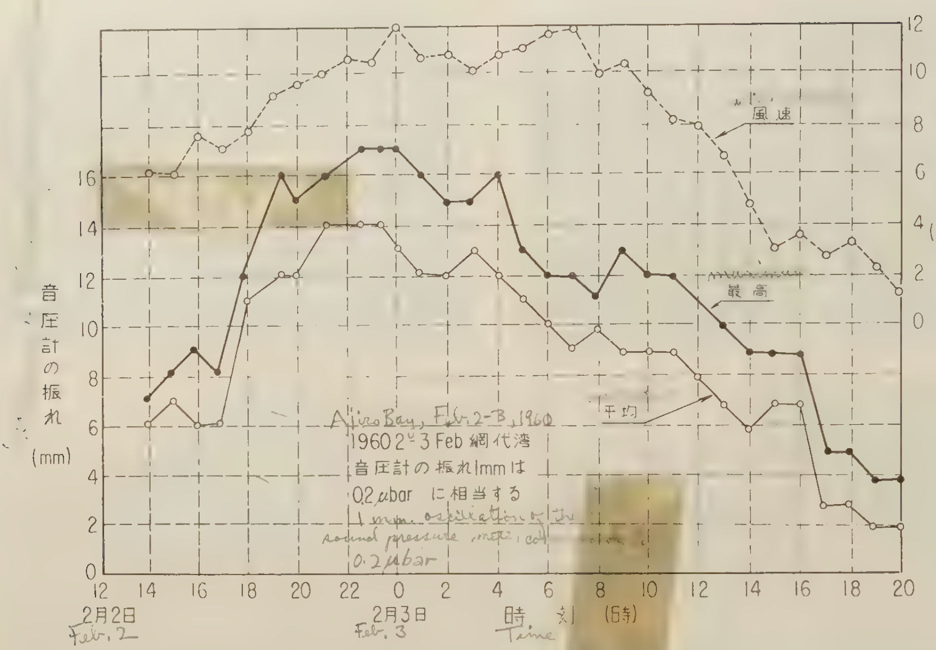


F　イカの游泳音　(Squid)

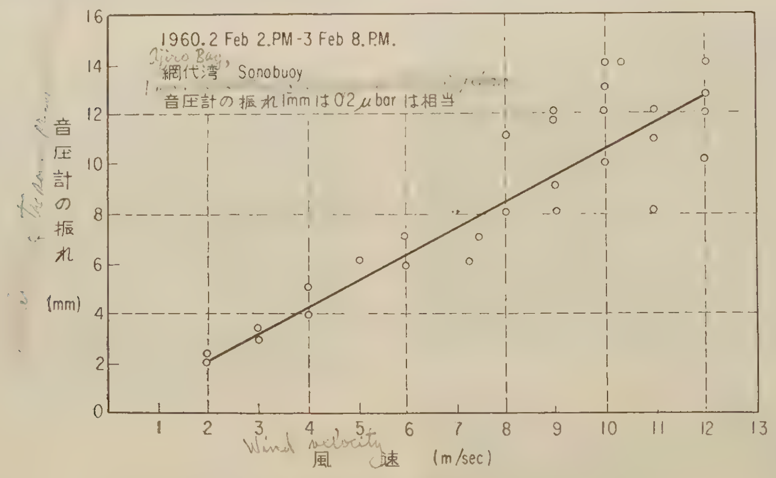


G　イルカの鳴音　(Porpoise)

第 7 図　周波数分析



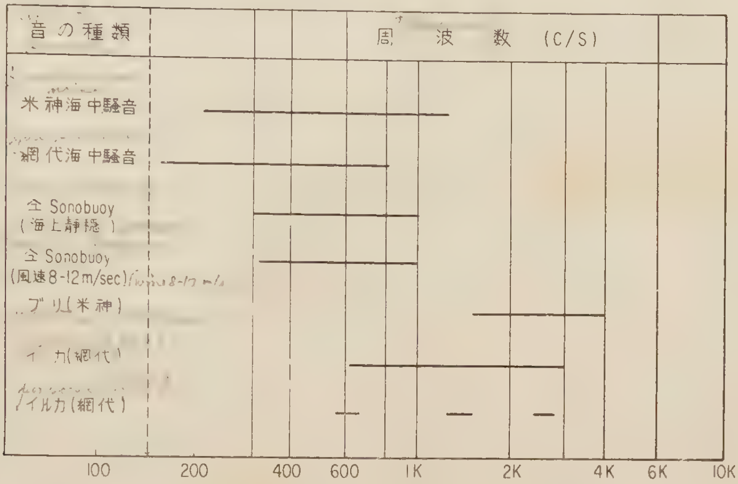
第 8 図　風速と騒音レベルとの関係（I）



第 9 図　風速と騒音との関係（II）

3)　イカの水中音

網代漁場でイカが定置網の羽口附近を通過するとき、遊泳音を発することをソノブイで観測した。イカの遊泳音は海中騒音レベルより、6〜10 db 音圧レベルが高い。イカの水中音の周波数分析を示すと第7図 F の如くで、第7図 C の海中騒音と比較すれば、100 c/s 以上にわたり音圧レベルが上昇し、特に 1 kc 乃至 3 kc の範囲で高い音圧値を示しており、イカの水中音には



第 10 図　海中騒音と魚群音の周波数分布

この範囲の周波数成分が多く含まれていることが明瞭である。

4)　イルカの水中音

定置漁場附近にはしばしばイルカが出没し、時には網で捕獲される。イルカが活発に鳴音を発するときには、イカの游泳音の発生頻度も多く、イルカとイカなどの行動には密接な関係があると思われる。イルカはブリ、イカなどの游泳音と異なり、特異な鳴音を発している。海中で自然の状態のイルカの鳴音の分析例を示せば第7図Gの如くで、0.6, 1.3 および 2.5 kc 附近に高い音圧が示されている。

海中騒音と魚群音の周波数分析結果において、音圧の最高値より 6 db 低いレベルに於ける周波数の巾をとつて、これをまとめれば第 10 図の如くに示される。

結　　論

米神と網代の定置漁場の海中騒音とブリ、イカ、イルカの水中音の周波数特性を求めた結果を要約すれば次の通りである。

1)　海況静穏な場合には、本実験の範囲内では、海中騒音 1 kc 以下の周波数帯に於て高い音圧値が示された。

2)　荒天の場合ソノブイによる測定では風速が大きくなるに従つて、海中騒音レベルは各周波数帯において一様に増加するが、周波数分布のいちじるしい変化は認められなかつた。

3)　ブリ、イカの場合は、海中騒音より高い周波数帯において、特有な水中音が認められ、海中騒音と明瞭に識別することができた。

以上のような結果から、今後多くの魚種の水中音の周波数分析を行えば、水中音を聴音することによつて、魚種の判別は可能であると考える。また適当な濾波回路を受信器に附することにより、魚種に応じた魚量計数器を設計できるものと信ずる。

イカの行動と、イルカの運動とは相互に関係があるので、イルカの鳴音のみを海中に放声することによつて、イカを定置網内に追込む方法については今後検討すべき問題である。

む　す　び

本研究を行なうにあたり御指導賜つた橋本博士に深甚なる謝意を表するとともに、実験に協力された静岡県水産試験場稲葉技師、網代漁協白営部菊間委員長はじめ各位、並びに観測にあたつた東京水産大学々生山口、磯部両君に感謝する。

文　　献

1)　橋本・西村・間庭：Sonobuoy による魚群探知に関する一実験：音響学会、昭 34.5

2)　橋本・菊池・間庭：海中生物の発する超音波騒音について、超音波研究専門委資料　昭 33.4.18

水中テレメーターに関する基礎実験

橋 本 富 寿　間 庭 愛 信

Experiment on the Underwater Telemeter

Tomiju HASHIMOTO and Yoshinobu MANIWA

ABSTRACT

The underwater telemeter to measure the depth of trawl net on board a boat, for which ultrasonic waves are used, is developing in several countries.

In German type, 30 kc magneto-striction type transducers the transmitting surfaces of which are set upward or downward are mounted at the trawl net, the recorder is itstalled on board a boat, the transmitters and the transducers are joined by a cable, and the depth of the net and the distance between the net and the sea-bottom are measured on board the boat.

In American type, about 25 kc ultrasonic waves are used as the carrier and the depth of the net and the water temperature are transmitted by FM and AM.

They are studied also in our country.

The underwater tetemeter has many problems, for example, the noise, the wake and the beam of ultrasonic waves. We made the underwater telemeters for which 50 kc and 200 kc ultrasonic waves are used as carriers and made experiments on them.

The results of experiments are as follows:

1) In case of 50 kc, the attenuation due to the gathering of bubbles in the wake of the boat was big and S/N ratio was small because of noises of the boat. In case of 200 kc, these influences were hardly found.

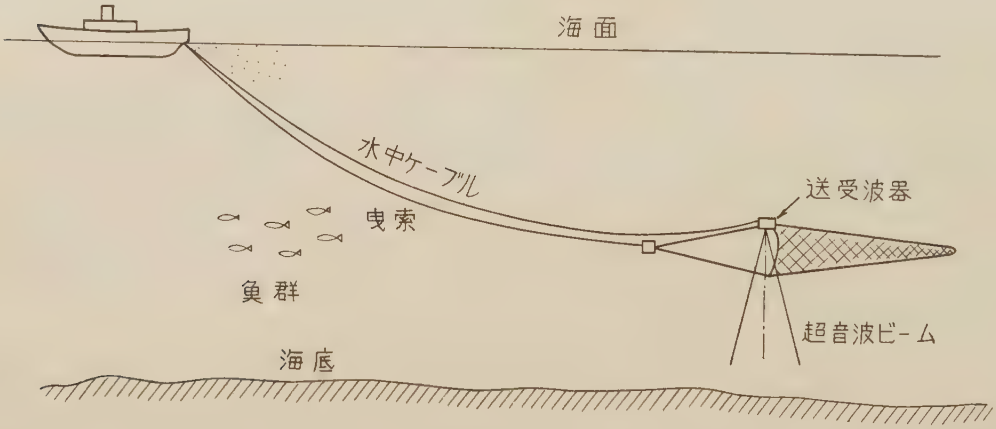
2) For the underwater telemeter we can use 200 kc ultrasonic waves as a carrier unless the distance is not so long. If we use 200 kc, we can make the small transducer. In this case, we should use the lens which makes the beam wide, because the influence of the shaking of the net is big.

1. 緒　　言

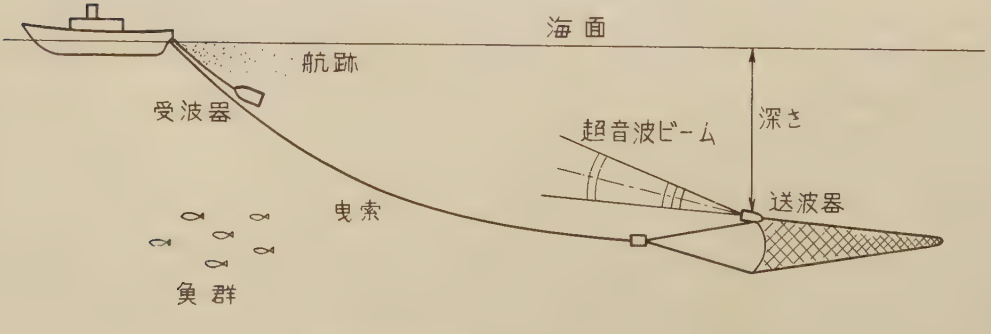
トロールの網の深度を刻々曳網船上で計測する為に、超音波を用いる Underwater telemeter が各国で実用化されつつある。独逸の方式[1]は第 1 図のように 30 kc の磁歪型送受波器の音響輻面を鉛直方向に向けてトロール網につけ、記録機を曳網船に装備し、その間を水中ケーブルでつなぎ、網の深度、海底迄の距離等を船上で測るようになつている。米国の方式[4]は、第 2 図の

ように約 25 kc の超音波を搬送波とし、網の深さ、水温を夫々周波数及び振幅変調を行なつて伝送している。我国でも研究されつつある[6)7)]。

これらの目的に使用される Underwater Telemeter には、雑音及び wake の問題、曳網の動揺による超音波発振器の beam の問題等幾多の研究すべき問題がある。そこで 50 kc と 200 kc 超音波を搬送波とした水中電信電話機を試作して実験を行つた。今後更に多くの実験を重ねる積りであるが、今回の横須賀市浦賀沖の実験*の結果では、200 kc 超音波は 50 kc に比べてプロペラによつて受波器に誘起する雑音の量が極めて小さく、船の気泡群による影響も著るしく少いことが判つた。いままでも 200 kc のような mm 波では、気泡群による減衰が低い周波数より少なくなることが発表されているが[8)9)]、今回もこれを如実に示している。また受信船が、停止中の送信船から遠ざかる場合、受波器が受信船のプロペラの方向に向くための影響、受信船の航跡によつて生ずる気泡群の影響によつて 10～20 kc では通信が妨害されることが従来屢々認められたが、200kc を用いることによつてこれらの影響は著るしく少なくなつた。



第 1 図　水中ケーブルを用いた水中テレメーターの説明

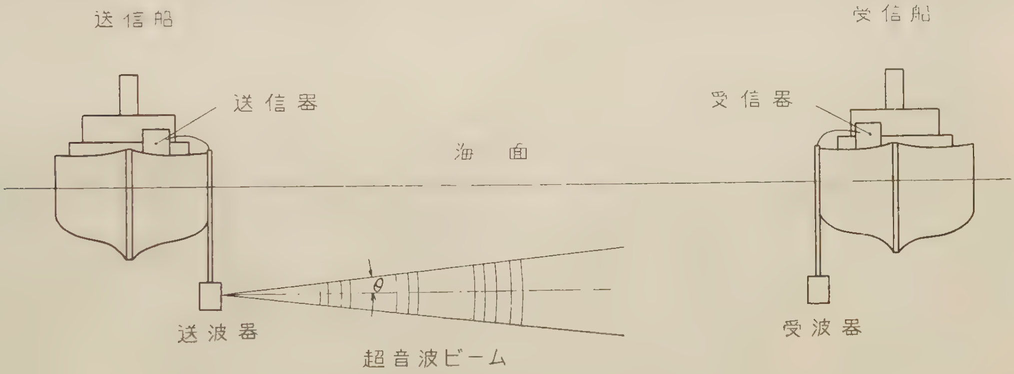


第 2 図　超音波を搬送波とした水中テレメーターの説明

* 昭和 35 年 7 月 25 日から 30 日まで行なう

2. 試作した Telemeter

試作 Telemeter は第3図に示すように送信機、受信機、送波器、受波器で構成され、50 kc 及び 200 kc 超音波を搬送波とした2組を用いた。第4,5図は送受信船上の夫々の装置を示す。送受波器を除いた送受信機の綜合周波特性は第6図に示す通りである。受信機で受信波を検波して出力端子は録音機に、或は整流してペン書オツシログラフに接続できる。送受波器はチタン酸バリウム振動子で、50 kc 振動子は直径 6 cm、指向性の半減角 22°、200 kc の方は直径 10 cm、半減角 3° である。第7図に示すように振動子は厚さ 3 mm のプラステイツク製で長さ 50 cm、幅25 cm、高さ 30 cm の流線形の整流覆中に格納されている。



第 3 図　試作した水中テレメーター

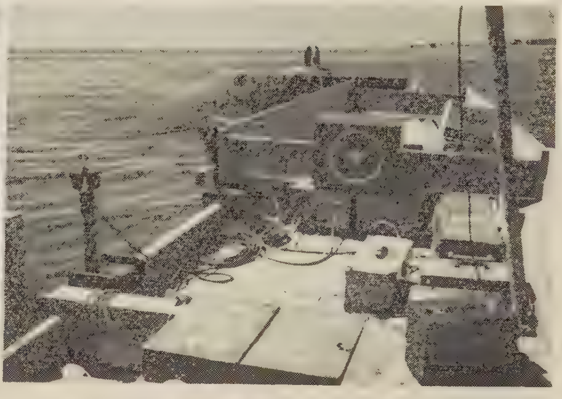
3. 実験結果

実験海面は超音波の水平伝播の実験[10]と同じ浦賀沖で、深度は 15 m である。第8図は、送受信船が相対して実験している状況、第9図は受信船上で送波器に対し受波器を照準している状況を示す。

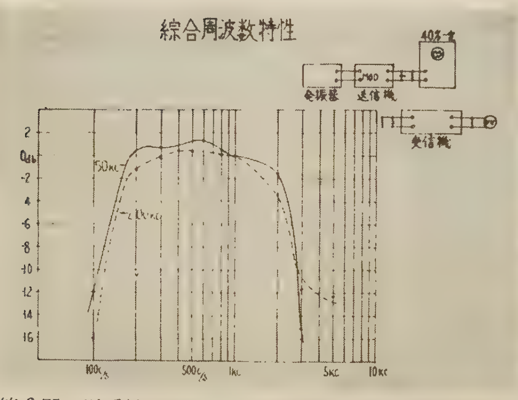
(1)　気泡層の影響

送受信船間の距離を 150 m に保つて碇泊し、その間を他船を航走せしめ、各搬送波が航跡の気泡群によつて受ける影響を調べた。その方法は、二つの Telemeter を同時に作動させ、いずれも長短2種の 1000 c/s の信号音を交互に送つて受信船でこれをオツシログラフに記録させて調べたのである。第10図はその結果で、上のオツシログラフは 50 kc, 下は 200 kc で、左から右に記録されている。A の部分は送受信船を結ぶ線上を第 11 図のように 80 トンの鮪漁船が通過した時で、50 kc の方は船のプロペラ等による雑音の為に、約 30 秒間信号音が判らなくなるが、200 kc では約5秒間しか影響が認められなかつた。B の部分は約 4 分経過した時の比較記録であつて、気泡群の為に 50 kc では約 21 秒間はフレは0になるが、200 kc ではその影響が殆ど認められなかつた。次に、送信船が航走して受信船から遠ざかる時は、送波

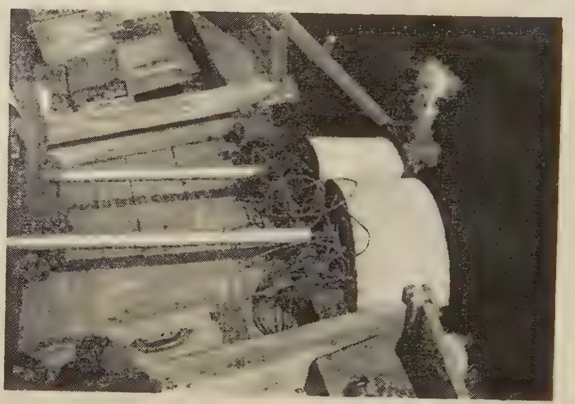
第 4 図　送信船上の送信機



第 5 図　受信船上の受信機

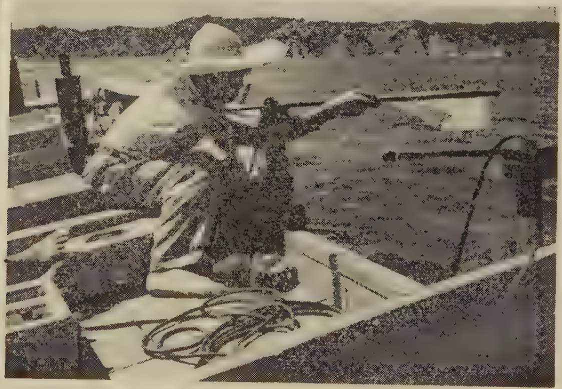


第 6 図　送受波器を除いた送受信機の綜合周波数特性



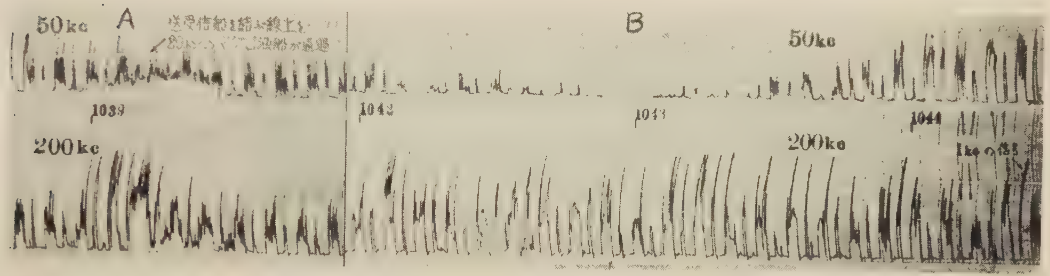
第 7 図　送受波器の整流覆

第 8 図　送受信船が相対して実験している状況



第 9 図　受信船上で送波器に対する受波器の照準

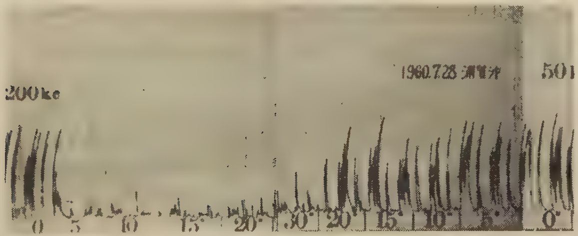
器の超音波の輻射方向が船尾に向き自船及び整流覆による気泡群中を超音波が通るため、減衰が 50 kc では著るしかつたが、200 kc では認められなかつた。また受信船が超音波を自船の航跡を通して受信した時も、減衰は 50 kc では著るしかつたのに比べ、200 kc では認められなかつた。尚 Underwater Telemeter としては搬送波の通達距離が 700 m 位必要なので、距離 700 m に於て水中電信電話の実験を行なつた所、数量的には計測できなかつたが、200 kc の方が音声が明瞭であつた。



第 10 図　船のプロペラなどの雑音および気泡層の影響

第 11 図　送受信船間を通るマグロ漁船

200 kc ← | → 50 kc



受波器の角度→

第 12 図　指向性の影響

2) 指向性

実際の Underwater Telemeter の送受波器は、曳網の動揺の為に 5°～10 ふれる可能性があるので、受波器の角度を変えて 1000 c/s の信号音を受信し、beam の影響を調べた所、第 12 図の様になつた。200 kc では 3° 位で信号音が極めて弱くなるから超音波レンズを用いて指向性をひろげる必要があるのでその研究を行なつた。これについてはいずれ別の機会に発表する予定である。

4. 結言

実験結果をまとめると次の通りである。

(1) 50 kc 搬送波は航跡の気泡群による減衰及び船の発する種々の雑音によつて S/N 比が悪いが、200 kc ではこれらの影響は殆ど認められなかつた。

(2) Underwater Telemeter には遠距離でない限り 200 kc 超音波を搬送波としてよく、200 kc を用いれば振動子を小型にすることができる。しかし、網の動揺等に基づく影響が多いので、beam をひろくする超音波レンズを併用すべきである。

本実験に従事した古野電気株式会社和田武司氏、及び芝浦工業大学助手岡本晋典君、学生村上嘉昭、石渡孝一、小浜俊一の諸君に謝意を表する。

文献

1) J. Schärfe: One Boat Midwater Trawling Experiments, FAO, 1959, 1960.

2) R.W. Woodgate: Recent Developments in Echo Sounding. Modern Fishing Gear of the World, FAO, 1959.

3) R.L. Mc Neely: Depth of Telemeter for Midwater Trawls, Modern Fishing Gear of the World, FAO, 1959.

4) F.H. Stephens: Underwater Telemeter For Trawl Fishing, Erectronics, Mar. 1959.

5) E.A. Shaefers and D.E. Powell: Midwater Trawl Catches and Echo Recordings: Modern Fishing Gear of the World, FAO, 1959.

6) 薬室：遠隔式中層曳網深度測定装置の試作並びに試験結果，漁研報第 14 号 1960 年 3 月。

7) 高山、小山：中層トロール用ネツトゾンデの試作実険結果について、東海区水研プリント、1960 年 5 月

8) T. Hashimoto and Y. Kikuchi: Ultrasonic Propagation Measurement in Sea Water up to 400 kc, JASA, June, 1957.

9) 橋本、西村：超音波の気泡層による減衰について、漁研技報第 10 号、1957 年 4 月。

10) 橋本：海面に水平方向の超音波の伝播特性の研究、水産庁研究報告第 2 号、1955 年 1 月。

フイリツピンにおける魚群探知機の現状

間庭　愛信

On the Fish Finder in the Philippines

Yoshinobu MANIWA

ABSTRACT

I was sent to the Philippines in my capacity of Colombo Plan Expert, to demonstrate the fish finder to Philippine fishermen, from January 31 to June 15, 1960. I demonstrated how to use the fish finder for basnig, trawling and tuna long line fisheries and how effective it was.

The good points of the fish finder, especially for the basing fishery are as follows:

1) The net could be set as soon as in the record fish schools gather. Therefore, more fishing operations could be made than similar boats without fiish finder.

2) Behaviour of fish schools while ascending or descending likewise scattering could be noted very well.

3) It is clearly visible that the net sinks. It is also noted that plenty of planktons gather near the sea surface and fish schools attract them. By this facter we will know when to haul the net.

4) By experiences we can make rough estimate of catch before hauling the net.

5) The fish finder records the true shape of bottom, we can find that the bottom is even or rocky and we can determine reefs or schools. Therefore, we can avoid the reefs and the damage of the net.

1. 緒　　言

フイリツピンに於ては、産業の振興と国民の食生活改善の一環として水産業を盛んにする為に種々の施策を講じて居り、近代的な漁業の開発の一つとして魚群探知機を導入することを計画して居る。然しすでに約 10 台の魚群探知機があつても使用法が判らない状態であつた。そこでフイリツピン政府の要請により魚群探知機の指導のために、Colombo Plan Expert として筆者は 1960 年 1 月 31 日より 6 月 15 日迄現地に派遣された。

その間、バスニグ漁業*、底曳漁業、マグロ延縄漁業の実際の漁船に於て魚群探知機を用いて

* フイリツピンの独特の漁業で 2 項に説明する。

操業し、使用法、漁業に如何に応用するかなどを指導し、その効果を認識させた。

特にバスニグ漁業に於ては、魚群が集魚灯に集まる様子が判り、これを見て適確に投網、集魚灯の点滅、揚網等の操作ができ、記録によつて漁獲の多少及び魚種が見当つけられることが判つた。その結果魚群探知機を用いることによつて操業回数を増し、漁獲をふやすことができる。

また瀬や暗礁が多いので、これらを測深することにより網の損傷を避けるのに役立つた。そこで、フイリツピンに於ける魚群探知機の現状と、指導した結果及びそれについての意見を報告する。

2. フイリツピンの漁業

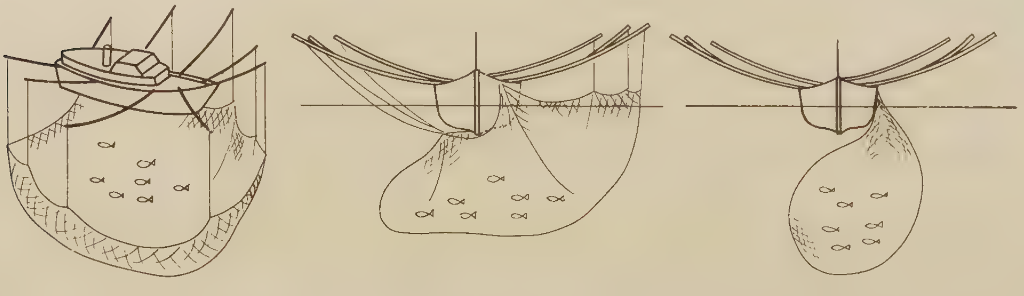
まずフイリツピンの漁業について簡単に説明する。

フイリツピンでは産業がおくれて居り、魚も需要をみたすことができず、多量を輸入によつて補つているので価格は高い。そこで魚を自給自足の体制にもつて行くことを計画している。

水産業の発展のためには、漁船、漁具、漁港、運搬、製氷、冷凍、保存、加工等の諸問題が山積している。

漁船は 3 トン以上のものが 1000 隻程度ある。バスニグという漁法が発達し、1000 隻の中 500 隻はこの漁船である。底曳漁業も相当行なわれている。トロール漁船は約 250 隻ある。その他巾着、一本釣、延縄漁業などがある。

ここでバスニグ漁業を説明しよう。



(1)　(2)　(3)

第 1 図　バスニグ漁業の説明

第1図は マニラ型といわれる方式の説明図である。今 85 トンのバスニグ漁船について述べる。船の四周に約 10 尋の竹を張出し、第1図(1)に示すようにその竹の先からロープを垂れて網を吊し、1灯 1kw の集魚灯を 10 個づつ両舷につけ、これで日没から魚を集める。集まつた時に中心の集魚灯だけを残して順次消灯し、最後に残つた一灯に直径約 50 cm，長さ約 1 m

のブリキ製の円筒かぶせ、光をせまい範囲に限定して魚をそこに集め（これを scoping と称する）、ロープをひいて網の縁を水面上に出す。ここで片舷の集魚灯をつけて魚をそこに寄せておき、第1図の(2), (3)のように反対舷の網の縁を船底をすり乍ら集魚灯をつけた舷の方へたぐりよせる、ここで捕獲する。船の大きさによつて網の規模、竹の本数、集魚灯の数、ワット数が異る。またヴイサヤン型といわれる方式は多少異るが、原理は同じである。

第2図はマニラ型のバスニグ漁船で，第3図はヴイサヤン型のものである。

第 2 図　バスニグ漁船（マニラ型）

第 3 図　バスニグ漁船（ヴイサヤン型）

3.　フイリツピンに於ける魚群探知機のこれ迄の状況

フイリツピンの漁業に対しては前述のように解決しなければならない問題が多いが、操業の能率化をはかり、漁獲をあげるために魚群探知機を導入することを計画している。

米独の魚群探知機が夫々 1 台づつ導入されたこともあるが、その使用法が判らず放置されて居り、日本から贈与或は賠償で得た魚群探知機も殆んど使つていない状態であつた。また幾分

は使用しても故障が起つた場合に修理することができず放置してあつた。従つてこれまでは魚群探知機は殆んど利用されていなかつたといえる。

然し魚群の探知については飛躍的な意見をはき、水平ソーナーでひろく探すべきだという人が屢々あつた。そこでまず垂直方向の簡単な魚群探知機からはじめ、よく修得し、一歩一歩すすむことを強調した次第である。

4. フイリツピンの漁業に魚群探知機を応用した実例とその結果

(1) バスニグ漁業に対する応用

85 トンのバスニグ漁船「マーセル1号」により、パラワン島の南支那海側に於て、1960 年 2 月 20 日から 3 月 5 日迄約 2 週間、50 KC の小型魚群探知機を用いて指導を行なつた。(第 4 図の第一回のコース)

第5図は 1960 年 2 月 24 日 2020 時から 2110 時迄のパラワン島イムルアン湾に於ける記録である。左から右に記録されている。海底の深度は 19 fathom である。2020 時頃には既にに 10～13 fathom に魚群が現われ次第にその厚さが増して行く。然し余り厚くないから大きい漁獲は期待できない。2045 時頃投網した。網がおりて行つて底についた状態が明瞭である。魚群は殆んど逃げない。集魚灯を順次消して行くので魚群は次第に上昇する。表面近く迄来て余り動かなくなつたのを見て 2100 時に scoping する。この時プランクトンも集まつて記録は相当濃くなる。魚群は続いて表面近く集魚灯に集まつているのを見て揚網する。網を揚げる時第1図(3)のような形になるので記録は第5図の右端のようになり、この記録では網の下に魚が逃げてないことを示している。漁獲は 13 basin(約 420 kg)* で、魚種はイカ、サバ、アジ、round fish 等であつた。

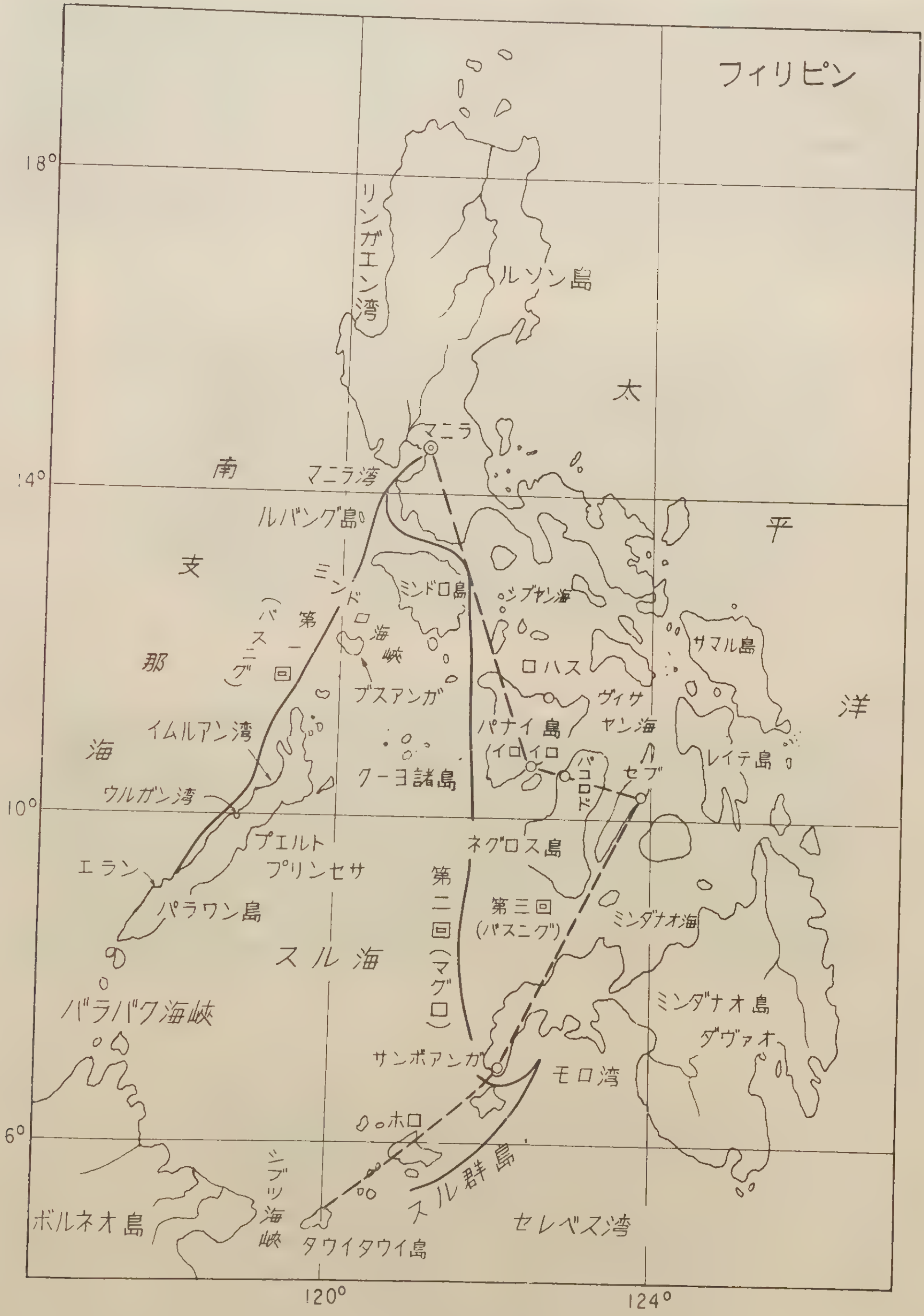
第6図はエラン湾に於ける 3月 2 日の 0335 時から 0400 時迄の記録である。海底深度は 20 fathom である。投網した時魚群は暫く散つたが又沢山集まつて来た。その後 all lights off と記した所で集魚灯が全部消されて魚群が散つたが、点灯すると再び集まつた様子がよく判る。この場合、scoping する前に既に相当厚い魚群が集まつた。漁獲は 50 basin (約 2000 kg) で多い方であり、魚種はニシンの一種が大部分で、サバ等もまじつていた。

第 7 図は同じ場所で、同日の 2010 時から 2230 時迄の記録で、魚群が 12 fathom から 19 fathom に現われ、投網の時一時散るが又集つて、集魚灯を順次消して scopng 迄漸次上昇して行く様子がよく判る。漁獲は 30 basin (約 1200 kg) で多い方であり、魚種は第 6 図と同じくニシンの一種が大部分で、サバもまじつていた。

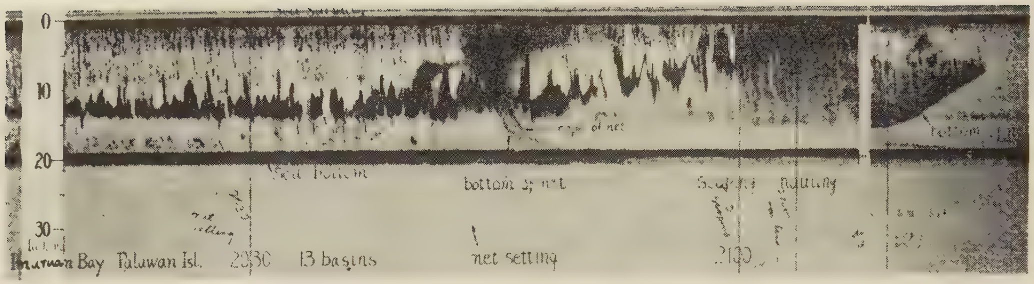
第8図は 3月3日 0500 時頃の同じ場所での記録で、この場合は始めから魚群はまばらで漁獲は僅か 4 basin (約 160 kg) であつた。魚種はニシンの一種であつた。

---

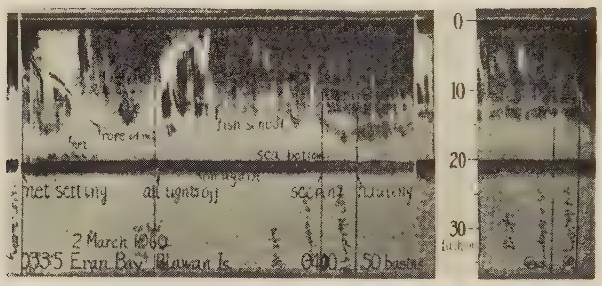
* basin は漁獲物を入れるたらいで、1 basin の漁獲は約 40 kg である。



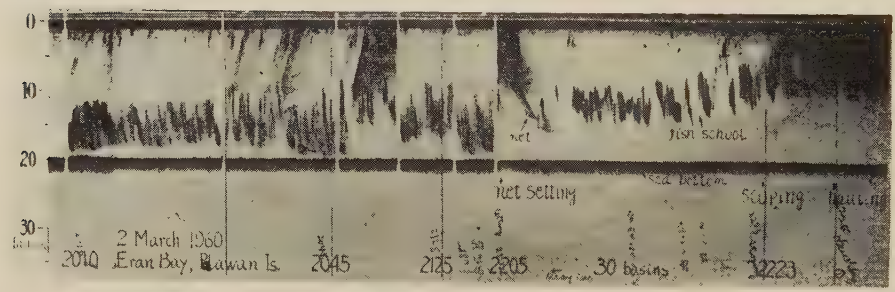
第 4 図　フイリツピンに於いて魚群探知機の指導を行なつたコース



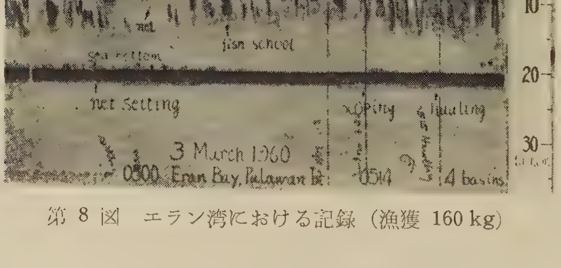
第 5 図　イムルアン湾における記録（漁獲 420 kg



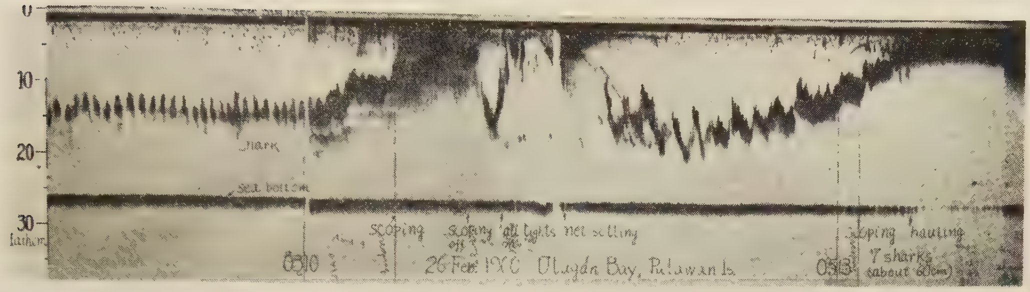
第 6 図　エラン湾における記録（漁獲 2000 kg）



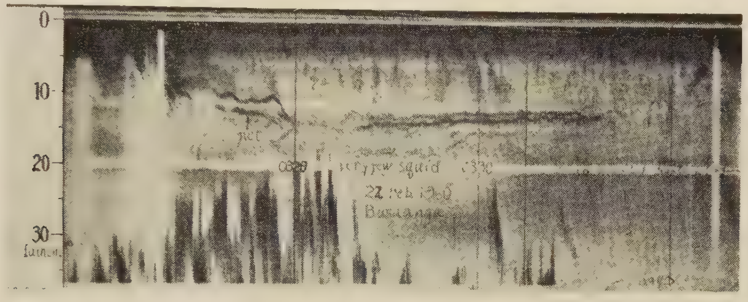
第 7 図　エラン湾における記録（漁獲 1200 kg）



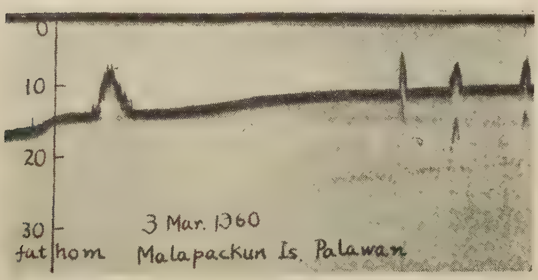
第 8 図　エラン湾における記録（漁獲 160 kg）



第 9 図　ウルガン湾における記録（漁獲、全長 60 cm のサメ 7尾）



第 10 図　ブスアンガにおける記録（漁獲　イカ）



第 11 図　暗 礁 の 記 録

第9図はウルガン湾に於ける記録で、全長約 60 cm のサメの場合で、僅か 7 尾であつたが、送受波器の下を何回も往復していたので、左の部分で恰も魚群がいくつもいる様に記録されている。普通の魚群よりもずつと記録の濃さが濃い。これは特徴のある記録である。

第 10 図は 2 月 22 日ブスアンガに於ける 0330 時頃の記録で、記録の濃さはうすい。漁獲はイカが少しとれた。20 fathom 以下の記録は複雑な形をした海底である。

この漁業では船は普通投錨して碇泊しているから、若し魚群の移動が緩慢ならその像は長く連続して現れる。然し兎に角魚群の大きな像が記録されれば漁獲は多かつた。

この航海では、船長、漁撈長が魚群探知機を認識し、信頼して積極的に活用したので効果が上り、その為にこの期間中に 15 トンの漁獲があつたが、この船より 10 日早く出港した魚群探

知機をもたない他のほぼ同じ大きさの漁船は、それだけ操業日数が長いにも拘らず僅か 4 トン程度であつた。

フイリツピンの海面には瀬や暗礁が非常に多い。第 11 図はその一例であつて、この為に網が損傷することが屢々ある。従つてこれを探知し、避けて操業する為にも魚群探知機は有効である。

この航海で得た結果をまとめると次の通りである。

1) 魚群が集まつたのを見て直ちに網を入れることができる。従つて魚群探知機をもたない漁船よりも回数多く操業でき、漁獲を多くすることができる。
2) 魚群の様子や網の沈降状態を見ながら集魚灯の点滅、揚網等の操作ができる。
3) 経験を重ねれば魚群の像で漁獲の大体の見当がつく。
4) 瀬や暗礁が判るので網の損傷が避けられる。
5) 当然なことであるが、測深機として使えば、入港、投錨に大いに役立つ。

次に 5 月 23 日から 6 月 3 日まで、パナイ島イロイロ、ロハス、ネグロス島バコロド、タイタウイ島バトバトに於て指導した（第 4 図の第三回のコース）。漁獲は余り多くなかつたが、上記の効果を認め、反響があつた。

第 12 図はバスニグ漁船上で魚群探知機を使用している状況である。

第 12 図 バスニグ漁船上の魚群探知機の使用（タウイタウイにおいて）

(2) マグロ漁業に対する応用

パナイ島西岸、ミンダナオ島南部、ホロ島南部に於て日本からの賠償船で水産局所属のマグロ延縄漁船「マラスギ号」でマグロ用魚群探知機を用いて、3 月 16 日から 4 月 14 日まで約 1 カ月間指導を行なつた（第 4 図の第二回のコース）。

この航海では、魚群探知機で 60 m から 160 m の深度にマグロを探知した。また瀬に於て 40 m から 120 m に DSL が現われ、多数のマグロが DSL の附近に集まつている様子がよく判

つた。従つてマグロを探知してその深度を知り、鈎の深さを加減することができた。ホロ島南部に於ける記録を第 13, 14, 15 図に示す。この結果については別に発表する。

5. フイリツピンの漁業に用いる魚群探知機に対する意見

(1) 現在行なわれているバスニグ漁業に於ては網は深度 20 fathom 程度であるから、記録のレインヂは 30 乃至数 10 fathom 程度でそれ以上の深度に対してはシフトできるのがよい。機械は小型の方がよい。今回は 50 KC のみを用い他の周波数と比較してないので断定は下せないが、小型にするために 50 KC 以上の周波数を用いるのが得策と考えている。低い周波数を用いると送受波器が大きくなり、また網を記録しにくくなる可能性がある。

送受波器の装備はできれば船底装備がよい。舷側装備の場合は、揚網は潮流によつて左舷又は右舷で行なうから、送受波器を簡単に上下できる装置にするか、或は左右舷何れかに容易につけ変えられる様にした方がよいと考える。

(2) 底曳漁業に対しては充分指導することはできなかつたが、熱望する業者もあり、日本に於ける底曳漁業と同じ様に役に立つと考える。特に前述のようにフイリツピンの海域には瀬や岩礁が多いので、測深して之を避け網の損傷から免れることは重要である。

深度は数 10 m 程度であり規模も小さいので底曳用魚群探知機の中でも小型のものがよい。船底装備も簡単になるので 200 KC はよいのではないかと考える。

(3) マグロ漁業は現在余り行なわれていないが、これから追々行なわれて行くであろう。漁場は主に近海であるが海底深度は数 1000 m あり、マグロは 150 m 位迄の深度にいるから、これに対する測深及び探知能力が必要である。機構はできるだけ簡単なものがよい。

(4) 次に経験によつて得た一般的な注意事項を述べよう。

後進国ではまず簡単な機構のものがよい。如何なる機械についても同じことであるが、特に海外に輸出する機械は故障が容易に起らない堅牢な構造にすべきである。日本人のような器用さはないからこの点に頼ることはできない。特に部品の入手や僅かな工作も日本では想像できない位困難である。装備については、若しこれが不完全ならば、雑音や故障の原因となるから完全な装備をしなければならない。

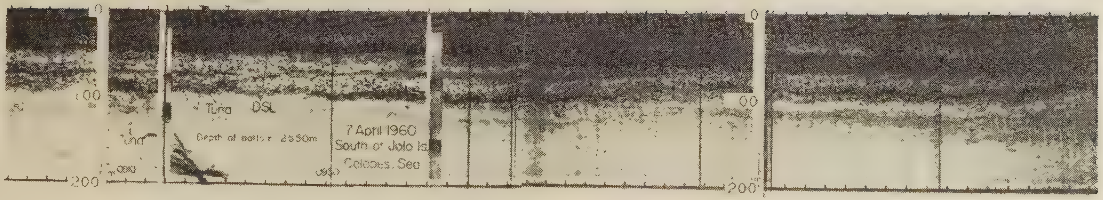
使用法は手をとつて教える位にしなければならないし、起り得る故障については細かに教える必要がある。

年中日本の真夏と考えればよい位であるから、熱を避けなければならない部品を直射日光中に放置しないようにする注意を与える必要がある。

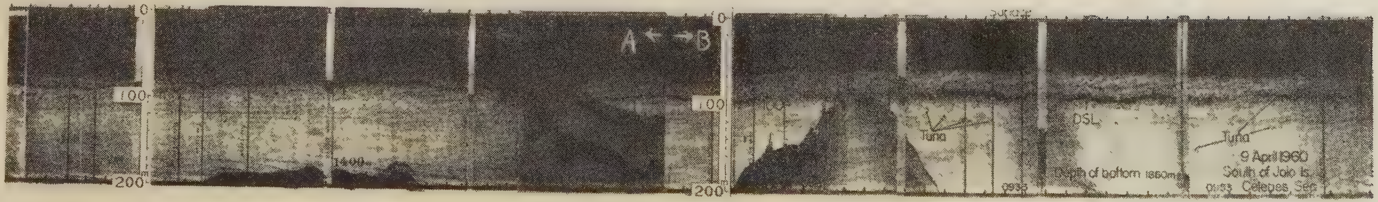
湿式の記録紙も使用して差支えないが、乾燥が極めて早いからそれに対する注意が必要である。

中には魚群探知機を使いさえすれば漁獲が増すと考える人もあるが、積極的に有効に使うことを教えなければならない。

第 13 図 (a) ホロ島の南方における記録
（4月7日未明）

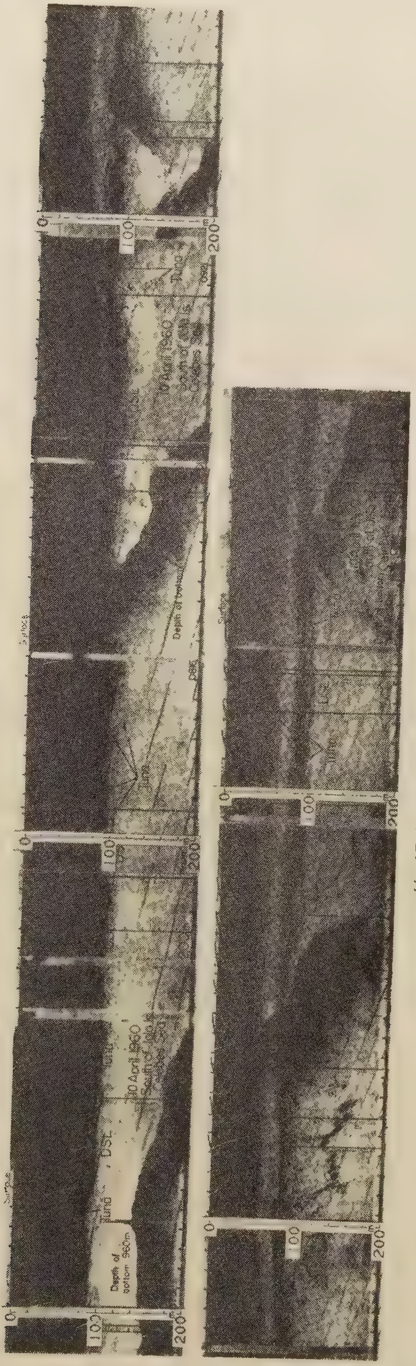


第 13 図 (b) ホロ島の南方における記録
（4月7日の日中）



第 14 図 ホロ島の南方における記録
（4月9日の日中）

第 15 図 (a) ホロ島の南方における記録
(4 月 10 日未明)



第 15 図 (b) ホロ島の南方における記録
(4 月 10 日の日中)

6. 結　　言

フイリツピンに於て実際に漁船に乗組み魚群探知機を指導した結果、バスニグ漁業に於いては魚群が集魚灯に集まる様子が明瞭で、それを見て投網揚網の操作ができるので今迄より回数を多く操業でき、従つて漁獲も増加できる。集魚灯を用いる漁業には同様に使えるであろう。フイリツピン海面には瀬や暗礁が多いが、測深することによつて網を損傷せずにすむ。このことは特に底曳漁業にとつて役に立つ。底魚を探知して漁場を選定できることは勿論である。これらの結果により魚群探知機が認識され、要望する業者が多かつた。マグロ漁業はこれから開発されるので将来の問題であろう。

すなわち、魚群探知機はフイリツピンに於ても充分使えるし効果は大きいことが立証されたので、これを導入する価値は大きい。日本のように漁船の数は多くないが、中表層魚用及び底曳用の簡単な機構の魚群探知機が多く使われるであろう。

最後に機械はすべてそうであるが、特に輸出するものは、故障を極力少くすることが重要であることを強調しておく。

終りに御指導賜わつた橋本富寿博士に感謝申上げ、また現地において特に御協力戴いた国連FAO職員鈴木達三氏に謝意を表し、御世話下さつた大使館の方々に御礼申上げる。

フイリツピン海域におけるマグロ魚群の探知について

間庭　愛信

On Finding of Tuna in Waters of the Philippines

Yoshinobu Maniwa

ABSTRACT

We reported that we could find tuna at the depth of 200 m by the trials, to increase the transmitting power of ultrasonic waves, and so on, after the basic study on the fish finder for tuna fisheries.

I tried to use that fish finder for the fishing operation in weters of the Philippines from March 22 to April 10, 1960. We could find tuna at the depth, from 0m to 160 m, adjust the depth of hooks by the echo traces of tuna and find that there were close relations between tuna and DSL.

1. 緒　　言

すでにマグロ用魚群探知機について基礎研究を行ない、超音波の発射勢力を増すことなどによつて深度 200 m 位の単体のマグロを探知できることは報告した[1]。

そこで 1960 年 3 月 22 日から 4 月 10 日まで、フイリツピン海域における実際の操業に対してマグロ用魚群探知機を用いた結果*、深度 160 m までマグロを探知し、これによつて鈎の深度を調節でき、またマグロが DSL と密接な関係があることをたしかめた。

2. 漁船および魚群探知機

操業を行なつた漁船は、フイリツピン水産局所属のマグロ延縄漁船「マラスギ号」で、これは日本からの賠償船で 113 トンである。

魚群探知機は日本製で、周波数 14 KC, 発振器は真空管発振で、出力は 1.45 kw, 送受波器の輻射面積は $28.8 \times 30\ cm^2$ である。

記録方式は螺状導体を使用しており、測定範囲および超音波の発射回数はつぎのとおりである。

---

* 国連 FAO 職員鈴木達三氏がフイリピン人にマグロ延縄漁業を指導し，筆者が魚群探知機を指導するために行なつたのである。

接点の位置	測深範囲	超音波の発射回数
多重 200 m の場合	0～200 m，200～400 m，600～800 m，…… すなわち各 200 m の範囲が同時に記録される	225 回/分
0～200 m の場合	0～200 m，400～600 m，800～1000 m，……	112.5 〃
200～400 m の場合	200～400 m，600～800 m，1000～1200 m，……	112.5 〃
多重 1000 m の場合	0～1000 m，1000～2000 m，…………	45 〃
	すなわち各 1000 m の範囲が同時に記録される	
0～1000 m の場合	0～1000 m，2000～3000 m，…………	22.5 〃
1000～2000 m の場合	1000～2000 m，3000～4000 m，…………	22.5 〃

3. 操業海面

この場合の操業海面は、第1図に示すフイリツピン海面で、パナイ島南西、ミンダナオ島モロ湾、ホロ島南方である。モロ湾、ホロ島沖はきわめて静穏な海面で、戦前日本のマグロ漁船が操業して相当漁獲をあげていた。それぞれ 1000～2000 m から 500 m の深度まで急に浅くなるような瀬において操業した。

4. マグロ魚群の探知

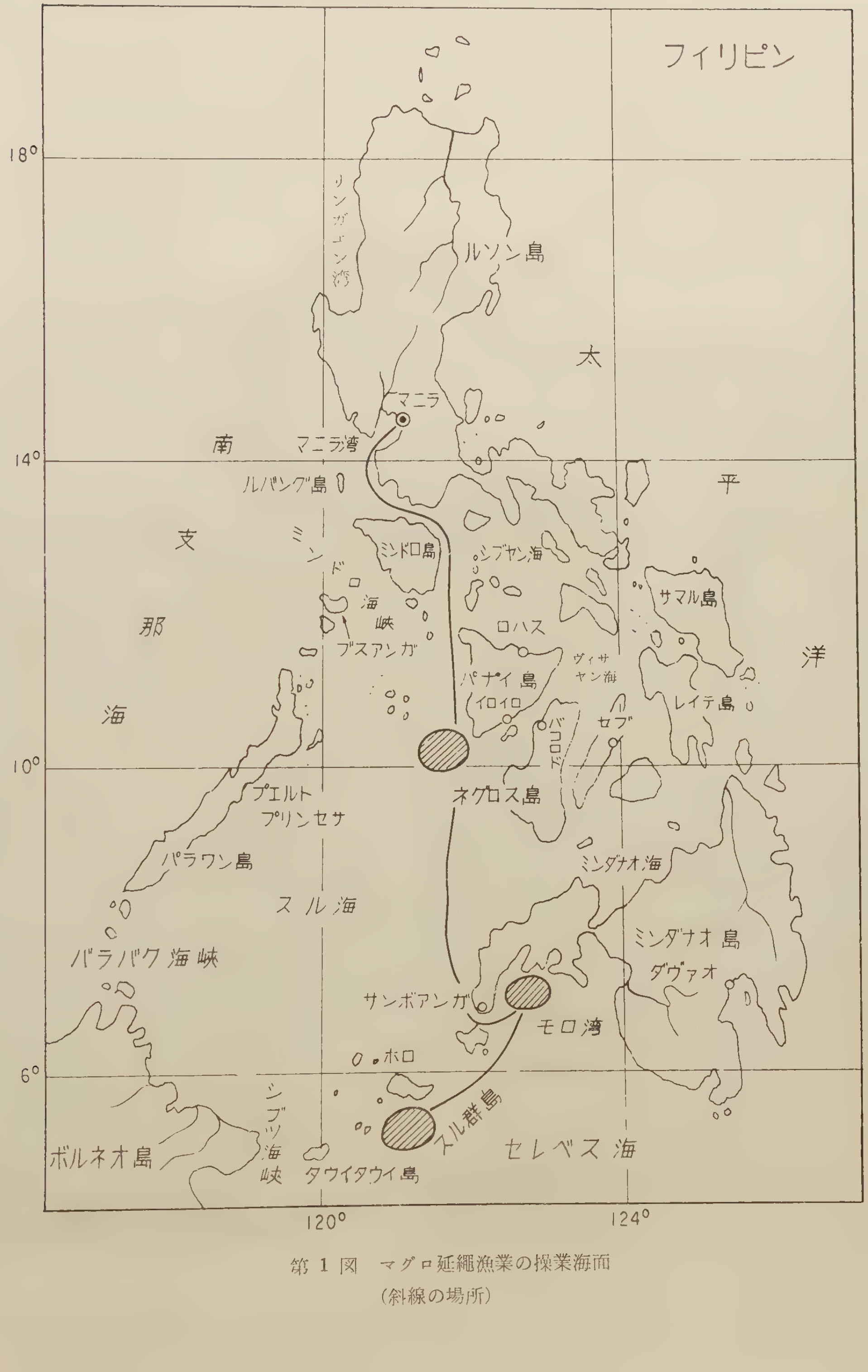
第2図(a)はパナイ島南西の瀬において操業した場合の日中の揚縄中の記録である。揚縄中は微速、停止を繰返すのであるが、この場合雑音が幾分記録される程度に感度を上げたにもかかわらず DSL は記録されず、マグロの記録もきわめて少ない。操業は不馴れであつたが、マグロ（キハダ、メバチ）の漁獲を、使用した鈎の総数に対する % で表わすと、多くても 1.89% で、0 % の時もあつたようにきわめて少なかつた。

第3図 (a),(b) はモロ湾、第4図 (a),(b)，第5図 (a)，第6図 (a),(b) はホロ島南方における記録で、漁獲が多かつた場合である。すなわちマグロだけで漁獲は 5.12% に達し、カジキその他を含めると 6 % を越した。いずれも瀬におけるもので、ところどころに瀬が記録されている。

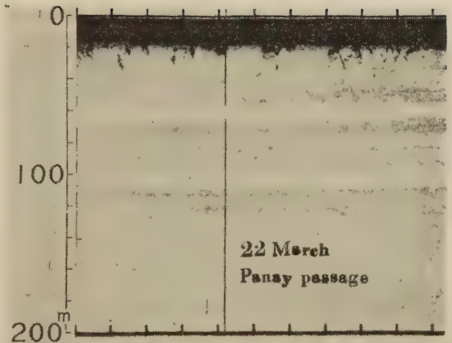
夜間は、第4図 (a)，第6図 (a) のように 120 m 位まで層が広く分布し、マグロがよく探知できない。

日中は第3図 (a)，第4図 (b)，第5図 (a)，第6図 (b) のように DSL が 120 m 位まで数条明瞭に層をなしており、マグロがこれらの DSL に集まつている状態が明瞭であるる。すなわち、マグロ魚群が DSL と密接な関係があると考えられる。

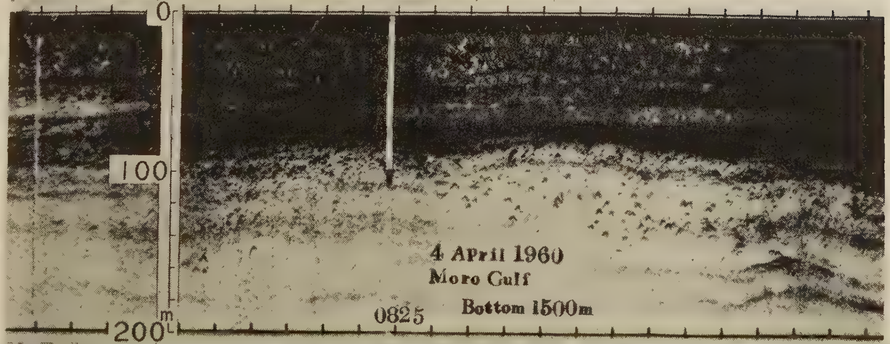
これらの記録を見ると 160 m の深さまで単体の魚が記録されている。この海面ではサメその



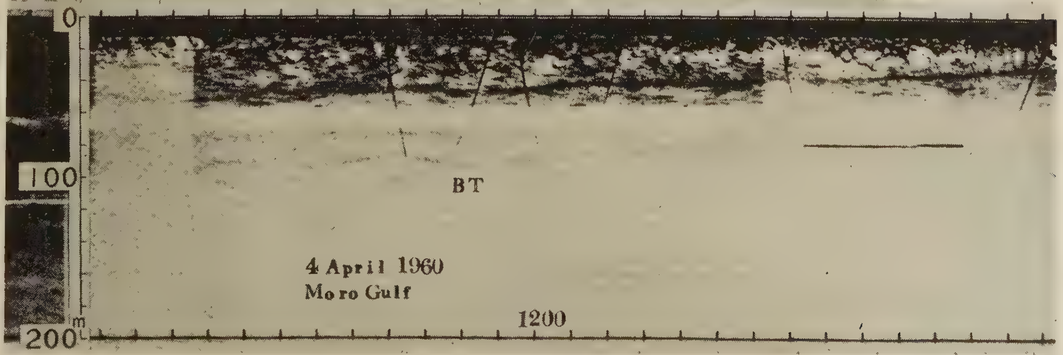
第 1 図　マグロ延縄漁業の操業海面
(斜線の場所)



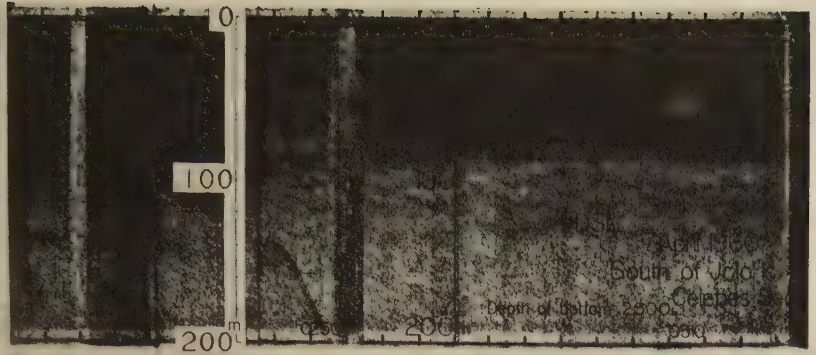
第 2 図 (a)
Panay 島南西の瀬における記録
(3 月 22 日の日中)



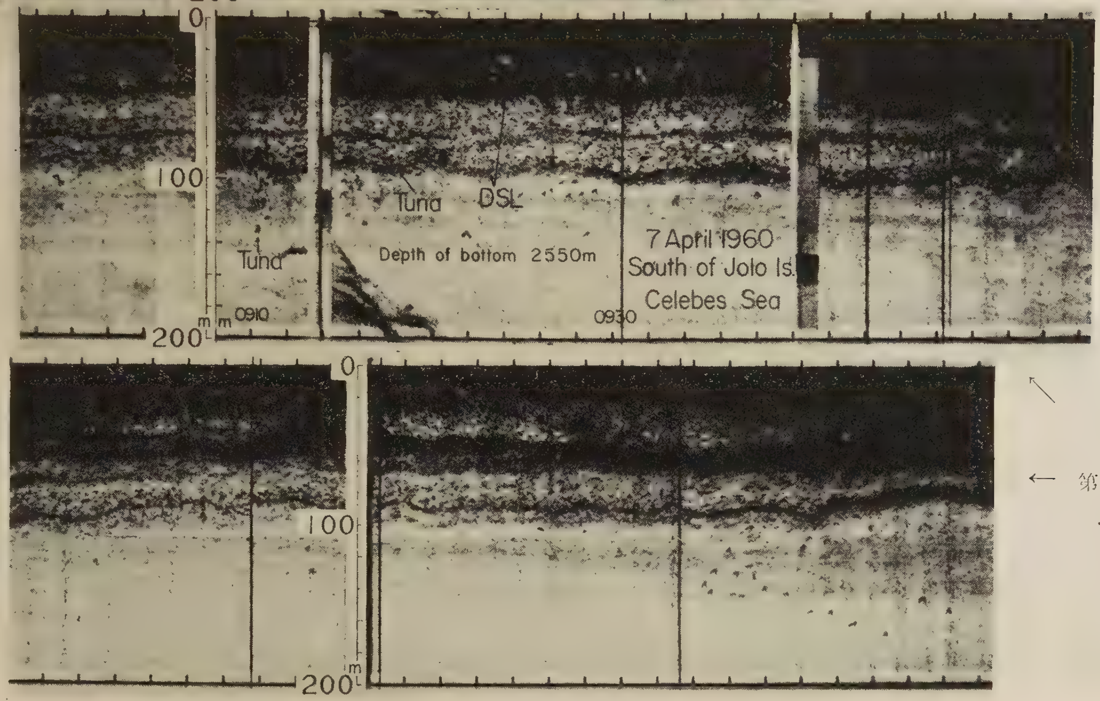
第 3 図 (a)
Moro 湾における記録
(4 月 4 日の日中)



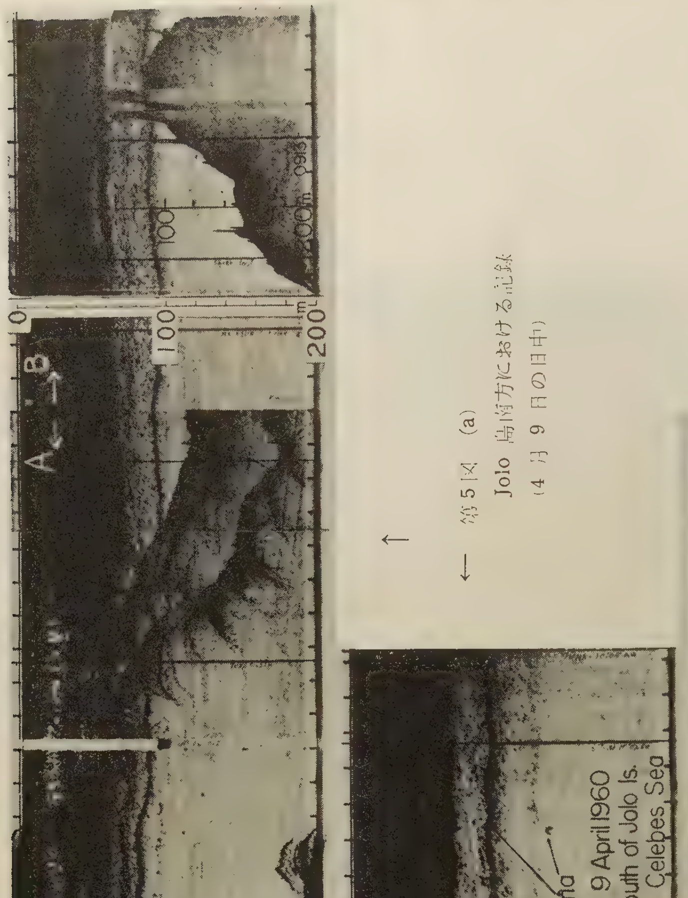
第 3 図 (b)
Moro 湾における記録
(4 月 4 日の日中)



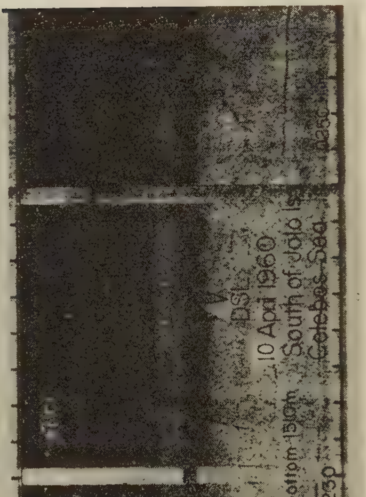
第4図 (a)
Jolo 島南方における記録
(4月7日未明)



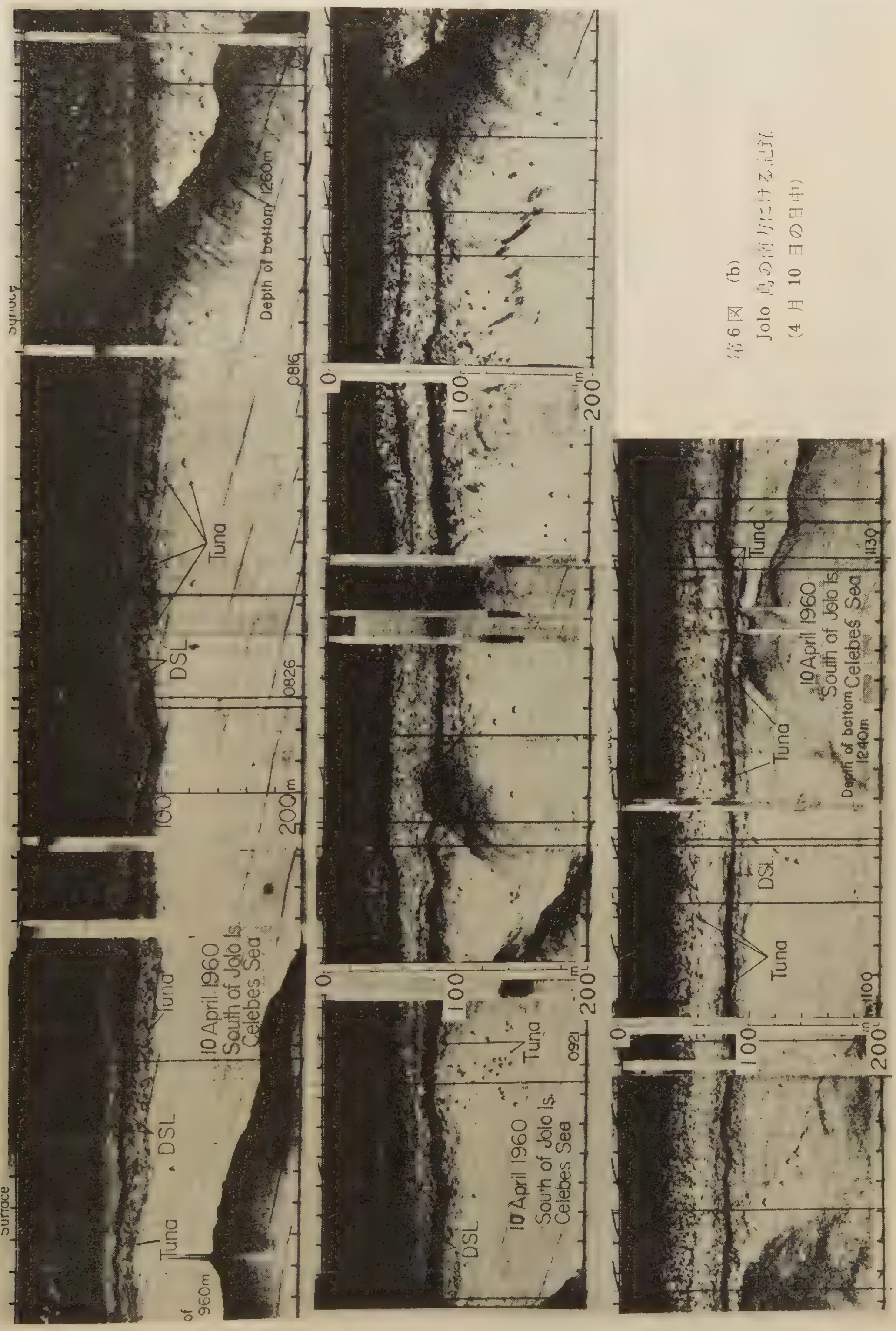
第4図 (b)
Jolo 島南方における記録
(4月7日の日中)



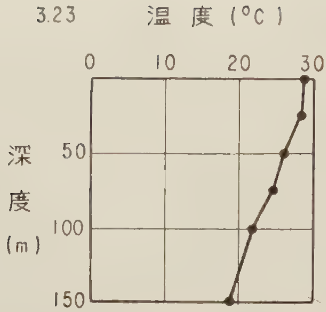
← 第5図 (a)
Jolo 島南方における記録
(4月9日の日中)



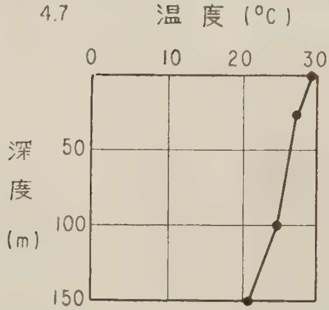
第6図 (a)
Jolo 島南方における記録
(4月10日未明)



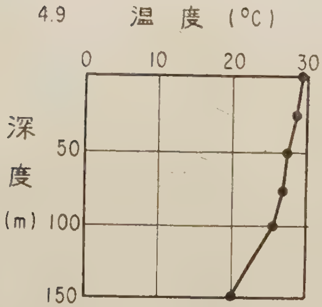
第6図　(b)
Jolo 島の南方における記録
(4月10日の日中)



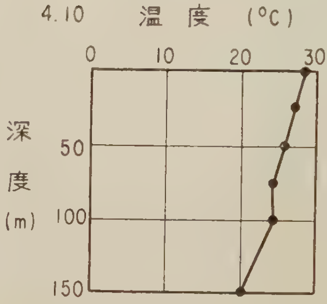
第2図 (b)　Panay 島南西の瀬における水温分布



第4図 (c)　Jolo 島の南方における水温分布（4月7日）



第5図 (b)　Jolo 島の南方における水温分布（4月8日）



第6図 (c)　Jolo 島の南方における水温分布（4月10日）

他の魚もとれるので、個々の記録はすべてマグロであると断定はできない。しかしマグロ程度の大きい魚であると考えられる。

前述のようにこの海面ではマグロが多くとれるし、鈎の深さはケミカルチューブではかつたので正確とはいえないが、これによるとそのマグロのとれた深さは、65 m から 115 m までほぼ一様に分布しており、記録紙上でもその辺の深さまで単体の魚が数多く記録されている。したがつてこれらの記録の多くはマグロであろう。これらの記録から鈎の深さを調節して投縄することができた。漁具を改良することによつて漁獲を増加させることができると考える。

第3図(b)は表面にマグロが大きい群をなしてはねながら泳いでいた時に、感度を減少して水面近くを記録させたものである。船上から肉眼で見た群そのものの記録ではないが、この中に多数のマグロが含まれていると考えられる。

DSL の記録されたところで 100 m の深さまでプランクトンネットをひいてプランクトンを採集したところ、量は余り多くはなかつたが、動物性プランクトンが採集された。またマグロの胃内容はイカやサバ、エビなどが多かつた。この海面の DSL は前にも述べたように、日中

でも明瞭な層をなして深度は変化せず、夜間は幅広く分布するという特徴をもち、日没に上昇して層を形成し、日出と共に深く下降するという日周変化はみとめられなかつた。それぞれの漁場ではかつた深度に対する水温分布を、第2図 (b)，第4図 (c)，第5図 (b)，第6図 (c) に記す。いずれもよく似た水温分布で、認めうる温度躍層はない。

5. 魚群探知機について

14 KC のこの程度の出力で、深さ 160 m のマグロが探知できた。

マグロの探知に対しては 200 m 程度の測深レインジが適当と考える。

前の報告[1] によれば、この場合の感度で 6000 m の平坦な海底が測深できることになり、瀬を探すためには充分である。

この機構では測深レインジの切換スイツチを 0～200m にした場合、400～600m，800～1000m，1200～1400 m……… の深さの海底が同時に記録されるので魚群を記録させるのに邪魔になつたり、DSL と間違えたり、複雑な海底は魚群と見誤まる可能性がある。そこでこのような場合には深いレインジで海底深度を調べ、その深度を含む範囲を超音波の発射回数を減らして、受信機を動作させないようにすれば避けられる。しかし超音波の発射回数が減るということは避けられない（附録参照）。

マグロを探知する場合、海面は広いから、10 kt 程度の速力でも探知したい*。今回は走航雑音が多かつたため、この速度ではマグロを探知できなかつた。そこで *S/N* 比を極力よくする必要があり、特に走航雑音、走航減衰は減少しなくてはならない。このことは前の報告でも指摘したとおりであるが装備は気をつけなければならない。

第5図 (a) で A の部分は超音波の発射回数 225回/分、B の部分は半分の 112.5回/分 であるが、極微速の場合マグロの探知については両者に認めうる差はなかつた。

6. 結　　　言

以上の結果をまとめるとつぎのようになる。

(1)　14 KC で微速の時に 160 m の深さの単体のマグロが探知できた。

(2)　この海面ではマグロは DSL と密接な関係があり、日中 DSL が明瞭に記録される時マグロがそれに集まつており、DSL とマグロがよく記録される時漁獲が多かつた。

(3)　マグロの記録から鈎の深さが調節できた。

(4)　送受波器の船底装備の良否によつて マグロの探知能力が著るしく左右されるので、装備には充分注意を払う必要がある。

---

*　10 kt の速度でマグロより遙かに小さい北洋の鮭鱒の単体が探知できた[2]から，超音波の発射勢力さえ充分大きく，発射回数も多く，*S/N* 比がよければ，マグロも探知できる筈である。

終りに御指導賜わつた橋本博士に感謝申上げ、また御協力戴いた鈴木氏に謝意を表する。

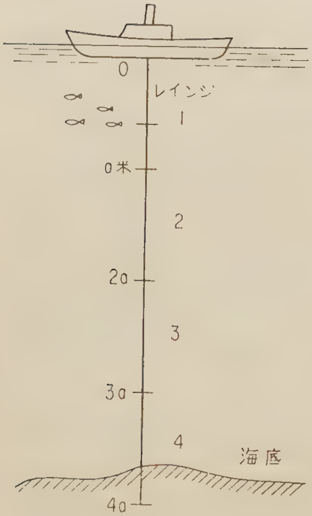
文 献

1) 橋本、間庭： 鰹鮪用魚群探知機の技術的考察とその試作並びに海上実験、漁研技報第 13 号、昭和 34 年 10 月

2) 橋本、間庭： 北洋鮭鱒漁場における魚群探知実験、漁研技報第 8 号、昭和 31 年 3 月

附 録

不要な海底からの反響音を除去する一方法について



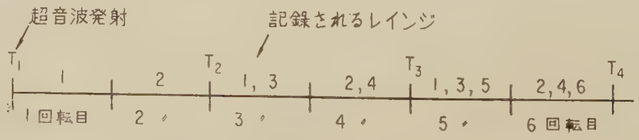
第 7 図　測深のレインジ

魚群探知機の測深レインジが a 米の場合、第 7 図のように深さを a 米ごとに区切つて、0～a 米の範囲をレインジ 1 と名づけ、以下 a～2a 米，2a～3a 米，……の範囲を順にレインジ 2，レインジ 3，……と名づける。

たとえは螺状導体を用いて多重発射方式* にした場合、螺状導体の毎回転に超音波を発射し、受信器を動作し続けると第 1 回の超音波発射によつて 1 回転目には 0～a 米のレインジにある反射体からの反響音が記録され、2 回転目にはその回に発射した超音波によつて 0～a 米が記録されるが、前回の第 1 回に発射した超音波が a～2a 米のレインジにある反射体からかえつて来て重なつて記録される。引続き同じことが繰返されて、1，2，3，……のすべてのレインジが記録紙上に重なつて記録される。

いま、超音波の発射を 2 回転に 1 回、すなわち 1 回抜きにし、受信器を連続して作動させておく場合を考える。

第 8 図に示すように、1 回転目のはじめに T_1 の超音波を発射し、2 回転目には発射せず、



第 8 図　2 回転に 1 回，すなわち 1 回おきに超音波を発射した場合に，記録されるレインジの説明

* 橋本： 超音波測深並魚探の研究 p. 59，水産研究会，昭和 26 年 3 月

3回転目のはじめに T_2 の超音波を発射する。以下同じく続ける。1回転目にはレインジ 1が記録され、2回転目には T_1 によるレインジ 2が記録される。3回転目には T_2 によるレインジ1と、T_1 によるレインジ 3 が重ねて記録され、4回転目には T_2 によるレインジ 2 と T_1 によるレインジ4が記録される。以下これを続けて行く。第8図のように奇数回転目には奇数のレインジが、偶数回転目には偶数のレインジが重なつて記録される。これが連続するので、実際の記録紙上ではすべてのレインジが重なつて同時に記録されるように見える。

そこで受信器も、超音波を発射しない回、すなわち2回転目、4回転目には動作をとめるとこれらの回には記録されないので、1，3，5……と一つおきのレインジが記録されることになる。第9図で横軸にレインジの番号を示し、n 回転に1回超音波を発射するとして縦軸に n をとる。$n=2$ は今述べた場合であつて、重なつて記録されるレインジ 1，3，5，……の所を横線──を書いて示す。

同じ考えで、$n=3$ の場合は記録されるレインジは 1，4，7，……となり、$n=4$ の場合は 1，5，9，……，$n=5$ の時は 1，6，11，……となるので、これらの所に横線をひいて図に示す。これらのレインジを n を用いて一般的に表わせば、記録されるレインジは 1，$1+n$，$1+2n$，$1+3n$，……すなわち $t=0$，1，2，3，……として $1+tn$ で表わされる。

第9図から $n=2$，3，4 に対しては、レインジ 13，25，37，…… がいつも記録されることが明らかである。これは $n=2$，3，4 のいずれを選んでも、レインジ 13，25，37，…… にある反射体からの反響音を消すことができないという意味である。すなわち種々の値の n の公倍数プラス1に当るレインジは、それらの n に対していつも記録される。$n=2$，3，4，5 に対しては、それは 61，121，…… である。

$a=200$ 米とれば、レインジ 13 は 2400米～2600米、レインジ 25 は 4800米～5000米であつて、これらのレインジにある海底からの反響音も邪魔になるならば $n=5$ までとらなくてはならない。レインジ 61 は 12000米～14000米となり、これ程深い海底はないから海底が絶対に重なつて記録されることはない。

第 9 図　記録されるレインジの説明

（縦軸は n 回転に1回超音波を発射する意味。記録されるレインジを横線──で示す。）

$n=2, 3, 4, 5$ に対して超音波の発射回数は明らかに毎回転の発射の場合の $^1/_2$, $^1/_3$, $^1/_4$, $^1/_5$ となり、今回の場合それぞれ 112.5回/分、75回/分、56回/分、45回/分 となる。今回のように記録紙の繰出速度が 10 ㎜/分 の時は、記録の長さ 1 mm に対してそれぞれ 11.3 回、7.5 回、5.6 回、4.5 回書かれることになり、微速の場合、マグロの記録の長さが約 3 mm とするとそれぞれ 33 回、22 回、16 回、13 回となるから、この方式を用いても差支えないであろう。

実際には 0～1000 m, 1000～2000 m, …… のようなレインジをも附加しておいて海底の深さをたしかめてから n を適当に選んで海底を記録させないようにするのがよいであろう。

勿論海底からの反響音が邪魔にならない限り、できるだけ多く超音波を発射させて使用することが望ましい。特に全速の場合はそうしなければならない。

既　刊　報　告

漁船研究技報第1号

漁船研究技報発刊に際して……………………（1）
漁船研究機関設置の経緯……………………（2）
漁船用試作捩り動力計について（推進能力研究 第1報）……………………（11）
漁艙防熱装置の研究（第1報）……………………（31）
漁船機関高速軽量化実地研究試験成績……………………（56）
磁気羅盆に関する研究（随伴角の問題）……………………（71）
磁気羅針儀簡易検定装置の研究……………………（83）

漁船研究技報第2号

漁船研究技報第2号刊行に際して……………………（1）
漁船研究の事業概況……………………（2）
漁船用試作捩り動力計について（推進能力研究 第1報）……………………（4）
漁艙防熱装置の研究（第2報）……………………（11）
二、三の船型試験成績について（水槽試験報告 第1報）……………………（19）
和船型実験船の計画概要について（小型漁船性能改善研究 第1報）……………………（30）
機関の微速運転とシリンダー摩耗について……………………（40）
磁気羅針儀羅牌の研究……………………（69）
磁気羅針儀実験室について……………………（33）
魚群探知機に関する研究（周波数に関する研究）……………………（90）
魚群探知機に関する研究（油の超音波特性に及ぼす影響 第1報）……………………（98）
魚群探知機に関する研究（整流覆の送受波器に及ぼす影響）……………………（100）

漁船研究技報第3号

漁船研究技報第3号刊行に際して……………………（1）
漁船研究室の事業概況……………………（2）
二型動力計による漁船試験成績について（推進能力研究 第3報）……………………（1）
漁艙防熱装置の研究（第3報）……………………（11）
和洋折衷型実験船の概要について（小型漁船性能改善研究第4報）……………………（19）
和船型実験船「あかつき」の海上実験成績について（小型漁船性能改善研究 第2報）……………………（35）
積層材構造の耐水木材の性能について（小型漁船性能改善研究 第3報）……………………（47）
船型試験成績について（水槽試験成績 第2報）……………………（57）
漁船機関シリンダー等の摩耗について（第2報）……………………（87）
磁気羅盆に関する研究（随伴角に関する実験）……………………（111）
磁気羅盆経年変化の一例……………………（131）
二艘曳機船底曳網漁業用魚量計について……………………（139）
曳航式中層遠隔水温計の試作研究……………………（159）
魚群探知機に関する研究……………………（177）

漁船研究技報第４号

漁船研究技報第４号刊行に際して……（ 1 ）
漁船研究室の事業概況……（ 2 ）
船型試験成績について（水槽試験成績 第３報）……（ 4 ）
改２型動力計による「白嶺丸」の試験成績について（推進能力研究 第４報）……（ 18 ）
和洋折衷型実験船「ちどり」の海上実験成績について（小型漁船性能改善研究 第５報）……（ 25 ）
和船型木造漁船の撓みについて（小型漁船性能改善研究 第６報）……（ 31 ）
漁船機関シリンダー等の摩耗について（第３報）……（ 49 ）
磁気羅盆に関する研究（制振特性について第１報）……（ 83 ）
舶用精密空盒気圧計の試作研究……（102）
二艘曳機船底曳網漁業用魚量計について（第２報）……（112）
魚群探知機に関する研究……（125）

漁船研究技報第５号

漁船研究技報第５号刊行に際して……（ 1 ）
漁船研究室の事業概況……（ 3 ）
運搬漁船の船型試験成績について（水槽試験成績 第４報）……（ 7 ）
和船型木造船の撓みについて（小型漁船性能改善研究 第７報）……（ 27 ）
神鷹丸の舵軸捩力率試験について……（ 39 ）
漁船機関のシリンダー等の摩耗について（第４報）……（ 49 ）
磁気羅盆に関する研究（制振特性について 第２報）……（ 67 ）
底曳網用自記式網高さ計、G.R. 展開計及びそれらの実験結果について……（ 73 ）
魚群探知機の装備に関する研究……（141）
　Ⅰ．船底突出型整流覆の形状に関する研究……（141）
　Ⅱ．船底気泡層に関する研究……（149）
魚群探知機の記録像より見た海底地形の忠実性について……（155）
D.S.L　の超音波伝播特性に及ぼす影響に関する研究……（167）
魚群探知機によるコンブ群落の探知に関する研究……（167）

漁船研究技報第６号

晴和丸の船型試験成績及試運転成績……大津義徳、横山信立、小林　務……（ 3 ）
積層梁曲材の強度試験……大津義徳、和田正三……（ 15 ）
漁船機関のシリンダー等の摩耗について……清水三郎、草間喜代松、三浦喜晃、石渡　晃……（ 27 ）
自記式網高さ計 G.R. 展開計とそれらのトロール網に就ての実験結果
……熊凝武晴、葉室親正、石井謙治……（ 41 ）
海水中に於けるミリメーター波超音波伝播特性並びに魚群探知実験
……橋本富寿、西村　実、間庭愛信……（ 93 ）
音響測深より求めた海底地形と海底実形との対比について……橋本富寿、西村　実……（105）
魚群体の超音波反射損失と反射波の性質……橋本富寿、間庭愛信……（113）

漁船研究技報第7号

軽合金漁艇による船体強度実験……………………………………………………………和田正三……(1)
漁船機関のシリンダ等の摩耗について—VI（クローム鍍金シリンダの実地試験）…………………
……………………………………………………………………………草間喜代松、山田敏夫……(13)
漁船機関のシリンダ等の摩耗について—VII（部分クローム鍍金シリンダの実験）…………………
……………………………………………………………………………草間喜代松、山田敏夫……(23)
漁船機関のシリンダ等の摩耗について—VIII（冷却水温度の影響）…………… 三浦喜晃、石渡 晃……(37)
磁気羅盆に関する研究—V（制動液とダンパーに関する実験 第1報）………石井謙治、鈴木 裕……(53)
磁気羅盆に関する研究—VI（試作極地用磁気羅盆の実験 第1報）……………石井謙治、鈴木 裕……(75)

漁船研究技報第8号

蒼鷹丸の可変節推進器試験………………………………………………………………横山信立……(1)
木造以西底曳網漁船の船型試験成績………………………………………………………小林 務……(11)
鮭鱒流刺網用計測器（自記式網深さ計、自記式網地長さ計）と其等の実験結果について…………
……………………………………………………………………………………葉室親正、石井謙治……(29)
カニ底刺網に対する自記式網深さ計並びに自記式網高さ計の応用計測について…………葉室親正……(83)
100 kc 乃至 400 kc 超音波の伝播特性（久里浜湾口における冬期の実験）…………………………
………………………………………………………………橋本富寿、間庭愛信、西村 実……(103)
波長が mm となつた場合の魚体における超音波反射損失に関する研究……橋本富寿、間庭愛信……(113)
200 kc 超音波による簡易水平ソーナーの試作並びに海上実験 ……………………………………
…………………………………………………………橋本富寿、菊池喜充、西村 実、間庭愛信……(119)
北洋鮭鱒漁場における魚群探知実験 ……………………………………………橋本富寿、間庭愛信……(131)
カムチヤツカ西沿岸カニ漁場における魚群探知実験について…………………橋本富寿、西村 実……(151)

漁船研究技報第9号

漁船の復元性能についての一考察（その1）中型漁船について………………………………土屋 孟…(1)
魚艙防熱材の研究 ……………………………………………………………………………北村悌男…(63)
漁船機関のシリンダ等の摩耗について～IX（冷却水温度の影響その2）………………………………
…………………………………………………………………三浦喜晃、草間喜代松、山田敏夫…(91)
自記式2点同時計測網高さ計（III型）並びにそのトロール網についての実験結果……………………
……………………………………………………………………………………葉室親正、石井謙治…(109)
波長が mm の程度となつた場合の魚体における反射損失に関する研究（2）………………………
……………………………………………………………………………………橋本富寿、間庭愛信…(165)
底魚用魚群探知機に関する研究（1）（底魚用魚群探知機に関する技術的考察並びにその実験）……
……………………………………………………………………………………橋本富寿、間庭愛信…(175)
底魚用魚群探知機に関する研究（2）（50 kc 魚群探知機による底魚探知実験）………………………
……………………………………………………………………………………橋本富寿、間庭愛信…(183)
底魚用魚群探知機に関する研究（3）（200 kc 魚群探知機によるカニ探知実験）………………………
……………………………………………………………………………………橋本富寿、西村 実…(199)
超音波による DSL の研究（2）…………………………………………………橋本富寿、間庭愛信…(209)
久里浜湾における水中騒音の測定……………………………………………………橋本富寿、西村 実…(219)

漁船研究技報第 10 号

漁船機関のシリンダ等の摩耗について―X（燃料の影響その 1）………………清水三郎、草間喜代松…（ 1 ）
自記式 2 点同時計測網高さ計（Ⅲ型）の二艘曳機船底曳網についての実験結果 …………… 葉室親正…（ 19 ）
磁気羅盆に関する研究―Ⅶ（試作極地用磁気羅盆の実験第 2 報）………………………………石井謙治…（ 41 ）
圧力計型水温計の試作研究…………………………………………………………………………石井謙治…（ 55 ）
定置網に入るブリ魚群の騒音について ………………………………橋本富寿、西村　実、間庭愛信…（ 69 ）
24 kc と 200 kc 超音波による魚群探知の比較実験 ……………………橋本富寿、間庭愛信、西村　実…（ 79 ）
超音波の気泡層による減衰について ……………………………………………………橋本富寿、西村　実…（ 87 ）
記録式簡易水平ソーナーの試作並に海上実験 …………………………橋本富寿、間庭愛信、西村　実…（ 95 ）

漁船研究技報第 11 号

木造漁船の人力操舵について ………………………………………………………………………横山信立…（ 1 ）
和船型の船型試験成績 ………………………………………………………………………………小林　務…（ 15 ）
空盒気圧計の振動実験 ………………………………………………………………………………石井謙治…（ 29 ）
自記式鮪延縄用深さ計による鮪延縄漁具の水中における形状その他についての二、三の考察…………
……………………………………………………………………………………………葉室親正・石井謙治…（ 39 ）
海水中における 1Mc 超音波の伝播特性……………………橋本富寿・菊池喜充・間庭愛信・西村　実…（121）
魚体の超音波反射損失の研究（鰾の影響について）……………………………………橋本富寿・間庭愛信…（143）
海底、魚群よりの超音波の反射波形に関する研究 ………………………………………………間庭愛信…（157）

漁船研究技報第 12 号

北欧型木造トロール漁船の船型試験 ……………………………………………………横山信立・小 林　務…（ 1 ）
以西底曳網漁船の海上実験報告（船体の部）………………………………………………………土 屋　孟…（ 27 ）
漁船機関のシリンダ等の摩耗について―XI（クローム鍍金シリンダの実用試験その 2）…………………
…………………………………………………………………………… 清水三郎・草間喜代松・山田敏夫…（ 45 ）
新型網高さ計、網速度計、H. R. 及び G. R. 張力計とそれの二艘機船底曳網での実験結果 …………
……………………………………………………………………………………………… 葉室親正・石井謙治…（ 61 ）
定置網用網深さ計とそれによる「登り」の網成り計測及び超音波（200 K.C.）による計測の試み………
…………………………………………………………………………… 葉室親正・石井謙治・本多勝司…（ 85 ）
海中生物の発する超音波騒音について…………………………………………………… 橋本富寿・間庭愛信…（ 99 ）
東支那海における底魚用魚群探知機の実験 ……………………………………………………………西 村　実…（115）
魚群探知機によるタラバガニの探知について ……………………………………………橋本富寿・西 村　実…（137）
14. 5 kc 魚群探知機と尖鋭ビームを有する 200 kc 魚群探知機による同一海面に於ける測量図の対比…
……………………………………………………………………………………………… 橋本富寿・間庭愛信…（149）

漁船研究技報第 13 号

木造小型トロール漁船の船型試験 …………………………………………………………横山信立・小林　務…（ 1 ）
木造小型トロール漁船の自航試験 …………………………………………………………横山信立・今成栄一…（ 21 ）
和洋折衷型木造実験船ちどりの船体たわみ試験について ……………………………………………土 屋　孟…（ 31 ）
底曳網用諸測定器を使用しての一艘曳機船底曳網の測定実験 ……………………………………葉室親正…（ 55 ）
魚体の超音波反射損失の研究（魚体の寸度と波長の検討）………………………………………………間庭愛信…（ 81 ）
14 kc 音響測深機とそれと同一機構を有する試作極超音波音響測深機による海底記録像の比較…………
……………………………………………………………………………… 橋本富寿・間庭愛信・西村　実…（ 89 ）
Sonobuoy による魚群検知に関する一実験 ……………………………橋本富寿・西村　実・間庭愛信…（ 95 ）
鰹鮪用魚群探知機の技術的考察とその試作ならびに海上実験 ……………………………橋本富寿・間庭愛信…（103）

漁船研究技報第14号

木造小型トロール漁船の波浪中の自航試験 ……………………………横山信立・小林　務・今成栄一…(1)
プロペラシヤフトの防蝕について－I （ネオプレン被覆プロペラシヤフトの実用試験その1） ………
……………………………………………………………………………畑　　繆・草間喜代松・山田敏夫…(21)
漁研型自記式水深水温計の試作研究 ……………………………………………石井謙治・薬室親正…(35)
1艘曳式中層網の曳網中における網成りの測定とI，II型遠隔式中層曳網深度測定装置の設計試作並びにその実用試験結果について ……………………………………………薬室親正・石井謙治…(57)

Contents of the Preceeding Reports

Technical Report of Fishing Boat No. 1 1950

Upon publication of "Technical Report of Fishing Boat" (1)
Establishment of Fishing Boat Studying Organ (2)
Torsion Meter for Fishing Boat (1)
Study in Insulation of Fish Holds (Report No. 1) (31)
Study to Make Fishing Boat Engine High Speed and Light Weight (56)
Study on Magnetic Bowl (Report No. 1) (71)
Study on Simplified Method of Observation of Magnetic Moment of Compass (83)

Technical Report of Fishing Boat No. 2 1951

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 2 (1)
Outline of Business of Fishing Boat Laboratory (2)
Trial Products of Torsion Meter for Fishing Boat (Study in Propulsion Efficiency Report No. 2) (4)
Study in Insulation of Fish Holds (Report No. 2) (11)
Experiments of Model Ships (Tank Test Report No. 1) (19)
Outline of Plan of Japanese Type Test Boat (Study of Improvement of Smale Fishing Boat Report No. 1) (30)
Minimum Slow-Running of Engine and Wearing of Cylinders (40)
Study on Magnetic Compass Card (Report No. 1) (69)
On Magnetic Compass Laboratory (83)
Study on School Finder (90)
Study on School Finder (Influence of Oil on the Characteristics of Supersonic Wave, Report No. 1) (98)
Study on School Finder (The Effect of Vibrator Cover) (100)

Technical Report of Fishing Boat No. 3 1952

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 3 (1)
Outline of Business of Fishing Boat Laboratory (2)
Experimental Results on Actual Ships by No. 2 Type Torsionmeter (Study Propulsion Efficiency, Report No. 3) (1)
Study in Insulation of Fish Holds (Report No. 3) (11)
On the Outline of an Experimental Boat Compromising Japanese and Foreign Type (19)
On the Trial Performances of the Japanese Type Experimental Boat "Akatsuki" (35)
On the Characteristics of Water Proof Laminated Wood (47)
Experimental Results of Ship Forms (57)
Wearing of Cylinders of Fishing Boat Engines (Report No. 2) (87)
Study on Magnetic Compass Bowl (Experiments on Waked Angle) (111)
An Example of Durability of Magnetic Compass Bowl (131)

Catch Gauge for Two Boat Trawler ……(139)
Experiments on Manufacturing of Remote Control Towing Thermometer for Mid Water……(159)
Study on School Finder……(177)

Technical Report of Fishing Boat No. 4 1953

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 4……(1)
Outline of Business at Fishing Boat Laboratory ……(2)
Experimental Results of Ship Forms (Tank Test Results, Report No. 3) ……(4)
Experimental Results of the Actual Ship's Trial by the Improved No. 2 Type Torsion Meter (Study in Propulsion Efficiency Report No. 4) ……(18)
Trial Results of the Compromised Japanese and Foreign Type Experimental Boat "Chidori" ……(25)
Deflection of Japanese Type Wooden Fishing Boat……(31)
Wearing of Cylinders of Fishing Boat Engines (Report No. 3) ……(49)
Study on Magnetic Compass Bowl (Damping character of Compass Card) ……(83)
Marine Aneroid Barometer……(102)
Catch Gauge for Two Boat Trawler ……(112)
Study on Fish Finder ……(125)
I Trial Products of Fishing Boat Laboratory Type Small Fish Finder ……(125)
II Characteristic of Ultrasonic Transducer in Mounting Tank ……(130)
III Sounding by Fish Finder ……(134)
IV Sounding of Artificial Schools, Sea Plants Fields by Fish-Finder ……(138)

Technical Report of Fishing Boat No. 5 1954

Upon Publication of "Technical Report of Fishing Boat" No. 5……(2)
Outline of Business of Fishing Boat Laboratory ……(5)
Tank Test Results of Fish Carrier (Tank Test Results, Report No. 4) ……(7)
Deflection of Japanese Type Wooden Fishing Boat (Research on the Improvement of the Characteristics of small Fishing Boat) ……(27)
Rudder Torque Measurements of the Trawler "Shin-yo-maru" ……(39)
Wearing of Cylinders of Fishing Boat Engine ……(49)
Study on Magnetic Compass Bowl ……(67)
Automatic Net-Height Meter and Automatic Ground Rope Indicator for Two-Boat Trawler and Results of Experiment for These Apparatuses……(73)
Mounting of Transducer of the Echo-Sounder ……(141)
I Study on the Form of Projected Streamlined Cover ……(141)
II The Bubble Layer under the Ship Bottom ……(149)
Reliability of Record of Shaps for Sloped Sea Bottom Obtained by Ultrasonic Echo-Sounder……(155)
Influence of D,S.L. on the Characteristics of Ultrasonic Wave Propagation ……(167)
Study on Detection of the Japanese Tang Field by the Ultrasonic Echo-Sounder ……(187)

Technical Report of Fishing Boat No. 6 March 1955

Experimental Results of Model Test and Actual Ships Trial of the "Seiwa-Maru" .... Yosinori OTSU, Nobutatsu YOKOYAMA, Tsutomu KOBAYASHI......(3)
Strength Test of Laminated Beam Knees ....Yoshinori OTSU, Shozo WADA......(15)
Wears of Cylinder etc. of Fishing Boat Engine-V .... Saburo SHIMIZU, Kiyomatsu KUSAMA. Yoshiaki MIURA, Akira, ISHIWATARI......(27)
Automatic Net-heigh Meter and Automatic Ground Rope Indicator for Trawler and Results of Experiment for these Apparatuses .... Takeharu KUMAGORI, Chikamasa HAMURO, Kenji ISHII......(41)
Propagation characteristics of High Frequency Ultrasonic in Sea Water .... Tomiju HASHIMOTO, Minoru NISHIMURA, Yoshinobu MANIWA......(93)
Reliability of Record for the Shape of Sea Bottom Obtained by ultrasonic Echo- sounder .... Tomiju HASHIMOTO, Minoru NISIMURA......(105)
Ultrasonic Reflection Loss on Fish Shoal and Characteristics of the Reflected Wave .... Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA......(113)
(Appendix) Contents of the Preceding Reports ....(141)

Technical Report of Fishing Boat No. 7 January 1956

Structural Strength Investigation on Alminium Fishing Boat ....Shozo WADA......(1)
On Cylinder Wear in Diesel Engines VI (Results of porous chromium plated by practical use)..Kiyomatsu KUSAMA, Toshio YAMADA......(13)
On Cylinder Wear in Diesel Engines VII (Cylinder of knurled and chromium plated partly) ....Kiyomatsu KUSAMA, Toshio YAMADA......(23)
On Cylinder Wear in Diesel Engines VIII (Effect on temperature of Cooling Water) .... Yoshiaki MIURA, Akira ISHIWATARI......(37)
Study on Magnetic Compass Bowl-Report V (Experiments on Compass liquid and Damper)...Kenjl ISHII, Hiroshi SUZUKI......(53)
Study on Magnetic Compass Bowl-Report VI (Experiments on High Latitude Compass Bowl, No. 1) ....Kenji ISHII, Hiroshi SUZUKI......(75)

Technical Report of Fishing Boat No. 8 March 1956

Experiment of Controllable Pitch Propeller of the "Sōyō-Maru" .... Nobutatsu YOKOYAMA......(1)
Experimental Results of Model Tests for Wooden Two-Boat Trawler ....Tsutomu KOBAYASHI......(11)
Study on the Automatic Net Depth Meter, Automatic Net Length Meter for Salmon Gill Net and the Results of Measurement at Sea...Chikamasa HAMURO, Kenji ISHII......(29)
Study on the Automatic Net Depth Meter, Net Hight Meter for the Crab Tangle Net at its Practical Application ....Chikamasa HAMURO......(83)
Propagation Characteristics of High Frequency Ultrasound in Sea Water.................................... Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA, Minoru NISHIMURA......(103)
Study on Reflection Loss of Ultrasonic Wave on Fish-body by Milimeter Wave .... Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA......(113)
Study on Simplified SONAR of 200 kc Ultrasound and its Field Test ...Tomiju HASHIMOTO, Yoshimitsu KIKUCHI, Minoru NISHIMURA, Yoshinobu MANIWA......(115)
Experiment of Fish-finding at Fishing-Ground of Salmon in the North Pacific Ocean... .... Tomiju HASHIMOTO, Yoshinobu MANIWA......(131)
Study on Application of Echo-sounder for Fishing-ground of Crab at the Okhotsk Sea, Western Waters of Kamchatsker Peninsula...Tomiju HASHIMOTO, Minoru NISHIMURA......(151)

Technical Report of Fishing Boat No. 9 September 1956

A Note of Fishing Boat Stability (Report No. 1, Medium Type Boat) ········ Tsutomu Tsuchiya···(1)
Study of Fish Hold Insulation Materials ········ Yasuo Kitamura···(63)
Wears of Cylinder of Fishing Boat Engines—IX (Effect on Temperature of Cooling Water No. 2) ········ Kikō Miura, Kiyomatsu Kusama & Toshio Yamada···(91)
Automatic Net-height meter Measuring Simultaneously two points of the Trawl Net, and Results of Experiments for these Apparatuses······Chikamasa Hamuro & Kenji Ishii···(109)
Study on Reflection Loss of Ultrasound Milimeter Wave on Fish-body ········ Tomiju Hashimoto & Yoshinobu Maniwa···(165)
Study on Fish-finder for Ground-fish (Report No. 1) (Technical Examination and Experiment on Fish-finder for Ground-fish) ······ Tomiju Hashimoto & Yoshinobu Maniwa···(175)
Study on Fish-finder for Ground-fish (Report No. 2) (Study on Finding of Ground-fish by 50 kc Fish-finder) ········ Tomiju Hashimoto & Yoshinobu Maniwa···(183)
Study on Fish-finder for Ground-fish (Report No. 3) (Study on Detection of Ground-fish by 200 kc Fish-finder) ········ Tomiju Hashimoto & Minoru Nishimura···(199)
Study of DSL by Ultrasonic Wave (2) ········ Tomiju Hashimoto & Yoshinobu Maniwa···(209)
Study on Measurement of Under-water Noises At Kurihama Bay ········ Tomiju Hashimoto & Minoru Nishimura···(219)

Technical Report of Fishing Boats No. 10 April 1957

Wears of Cylinder of Fishing Boat Engine—X —Effect of Fuel Oil No. 1— ········ Saburo Shimizu, Kiyomatsu Kusama···(1)
Analysis of Two-boat Trawling Net by Automatic Net Height Meter by Measuring Simultaneously Two Points of the Net ········ Chikamatsu Hamuro···(19)
Study on Magnetic Compass Bowl —Report—VII (Experiments on Hight Latitude Compass Bowl, No. 2) ········ Kenji Ishii···(41)
Study on Pressure-Spring Thermometer ········ Kenji Ishii···(55)
Noise of Yellowtail When It Comes into the Set Net —Relation between the Noise and Amount of Catch —Relation between the Intensity of Noise and Weather— ········ Tomiju Hashimoto, Minoru Nishimura, Yoshinobu Maniwa···(69)
Experiment on Difference between 24 KC Fish-finder and 200 KC Fish-finder ········ Tomiju Hashimoto, Yoshinobu Maniwa, Minoru Nishimura···(79)
Effect of Bubble Layer on the Attenuation of Ultrasonic Wave ········ Tomiju Hashimoto, Minoru Nishimura···(87)
Study on Simplified Record Type SONAR and Its Field Test ········ Tomiju Hashimoto, Yoshinobu Maniwa, Minoru Nishimura···(95)

Technical Report of Fishing Boat No. 11 January 1958

On the Mannual Steering of Japanese Wooden Fishing Boats ········ Nobutate Yokoyama···(1)
Series Model Tank Testes of Japanese Fishing Boats ········ Tsutomu Kobayashi···(15)
Vibration Tests of Aneroid Barometer ········ Kenji Ishii···(29)
Analysis of Tuna Long-line by Automatic Depth Meters ········ Chikamasa Hamuro & Kenji Ishii···(39)
Propagation Characteristic of 1 Mc Ultrasonic Sound in Sea Water ······ Tomiju Hashimoto, Yoshimitsu Kikuchi, Yoshinobu Maniwa & Minoru Nishimura···(121)
Study on Ultrasonic Reflection Loss on Fish-body (On the Influence of the Air-bladder) ········ Tomiju Hashimoto & Yoshinobu Maniwa···(143)
Study on the Ultrasonic Wave Form Reflected on the Sea Bottom, Fishschools and Seaweeds ········ Yoshinobu Maniwa···(157)

Technical Report of Fishing Boat No. 12 October 1958

Model Test of European Wooden Trawler……Nobutatsu Yokoyama & Tsutomu Kobayashi…(1)
Some Report on a Two-Boat-Trawler Operating on the East China Sea from the Naval Architectural Point of View……Tsutomu Tsuchiya…(27)
On Cylinder Wear in Diesel Engines—XI (Results of powers chromium plated cylinder by practical use No. 2)……Saburo Shimizu, Kiyomatsu Kusama & Toshio Yamada…(45)
Smaller type sensitive net-height self-recorder, self-recording tensionmeter for head and ground ropes, net-against-water speedmeter, and the experimental results of these instrument on two boat trawl net and the otter trawl net……Chikamasa Hamuro & Kenji Ishii…(61)
Study on the self-recording net depth meter, the echo-sounding machine (200 K.C.) for the set net and results thereof……Chikamasa Hamuro, Kenji Ishii & Katsuji Honda…(85)
Noise of Creatures in Sea in Region of Ultrasound……Tomiju Hashimoto & Yoshinobu Maniwa…(99)
Study on Fish-finder for Ground Fish on the East China Sea……Minoru Nishimura…(115)
Detection of King Crab by Fish Finder……Tomiju Hashimoto & Minoru Nishimura…(137)
Comparison between Survey Map by 14.5 kc Fish-finder and that by 200 kc Fish-finder with Sharp Beam on Same Sea……Tomiju Hashimoto & Yoshinobu Maniwa…(149)

Technical Report of Fishing Boat No. 13 October 1959

Resistance Test of European Wooden Trawler (No. 2)……Nobutatsu Yokoyama & Tsutomu Kobayashi…(1)
Self-propulsion Test with European Wooden Small Trawler Models……Nobutatsu Yokoyama & Eiichi Imanari…(21)
The Hull Deflection Test with "Chidori", 3.67 GT Semi European Type Wooden Boat……Takeshi Tsuchiya…(31)
Results of Measure Experiments by Several Meters on Net Shape of One-Boat Trawl Net (Danish Seine Net)……Chikamasa Hamuro…(55)
Study on Ultrasonic Waves Reflection Loss at Fish-body (Examination on Dimension of Fish-Body and Wave-length)……Yoshinobu Maniwa…(81)
Comparison between the Echo-trace of Sea-bottom by the 14 kc Echo-Sounder and that by the Echo-sounder of Ultra High Frequency Sound-wave Which Has the Same Mechanism as the 14 kc Echo-sounder……Tomiju Hashimoto, Yoshinobu Maniwa & Minoru Nishimura…(89)
Detection of Fish by Sonobuoy……Tomiju Hashimoto, Minoru Nishimura & Yoshinobu Maniwa…(95)
Technical Examination and Tentative Making of Fish-finder for Tuna and Experiment on it on Sea……Tomiju Hashimoto & Yoshinobu Maniwa…(103)

Technical Report of Fishing Boat No. 14 October 1960

Self-propulsion Test in Waves with Enropean Wooden Trawlers……Nobutatsu Yokoyama, Tsutomu Kobayashi and Eiichi Imanari…(1)
Anticorrosion of a Propeller (The Practical Test of Neoprene Coating for a Propeller Shaft Part 1)……Ryo Hata, Kiyomatsu Kusama and Toshio Yamada…(21)
Study on Thermograph (Trial Products of Gyoken Type Themograph)……Kenji Ishii and Chikamasa Hamuro…(35)
The Measurement of Shapes of One-boat Trawl Nets Operated in Mid-Water Layer and the Catch Results with the Aid of the Depth Telemeter Trially Manufactured……Chikamasa Hamuro and Kenji Ishii…(57)